# Die Blutausrüstung des gesunden Karakul-Schafes

**unter besonderer Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Blutbild und Konstitution.**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität

Halle-Wittenberg

vorgelegt

von

Dipl. agr. Ewald Geske,

aus Magdeburg.

---

Halle (Saale)

Otto Thiele, Buch- und Kunstdruckerei

1927.

Referent: Prof. Dr. Frölich.

Korreferent: Prof. Dr. Gerhardt.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544303_0034

# Inhalts-Verzeichnis.


Seite

**I. Einleitung** . . . . . 7

**II. Untersuchungsplan mit kurzer Übersicht früherer Ergebnisse und dazugehöriger Literatur** . . . . . 8

**III. Versuchsmaterial und Methodik** . . . . . 9

**IV. Eigene Untersuchungsergebnisse und deren Auswertungen** . . . . . 19

1. Nach allgemeinen und rassenanalytischen Gesichtspunkten, einschließlich der Kreuzungen . . . . . 19
2. Nach Geschlecht . . . . . 32
3. Nach Alter . . . . . 36
4. Nach Haltungsweise . . . . . 42
5. Nach Lebendgewicht . . . . . 48
6. Nach Trächtigkeit . . . . . 51
7. Nach Konstitution und individuellem Charakter . . . . . 55

**V. Zusammenstellung** . . . . . 63

**VI. Literaturverzeichnis** . . . . . 65

## I. Einleitung.

Wenn in jüngster Zeit in weit höherem Maße, als dies früher geschah, die Erforschung der feineren biochemischen und physikalischen Eigenschaften tierischer Gewebe, sowie deren morphologische Struktur und Leistungsfähigkeit in der praktischen Tierzucht für die Beurteilung des Einzelindividuums, sowie ganzer Rassen und Tierarten herangezogen wurde, so tat man es in der Erkenntnis, daß gerade diese Eigenschaften zur Vertiefung der Beurteilungsmöglichkeit von Nutz- und Zuchtwert eines Tieres von größter Bedeutung wären. Doch schon die Tatsache, daß alte Schafzüchter Struktur und Eigenart der Zelle zur Beurteilung des Tieres zu ergründen suchten, und daß Darwin, Haeckel, Hertwig[30]) und andere mehr zelluläre Gewebsvorgänge in Beziehung zu Konstitution und Leistungsfähigkeit des tierischen Körpers brachten, beweist, daß derartige Bestrebungen nicht erst der letzten Zeit entstammen. Solche Anregungen und Erwägungen aufgreifend, haben späterhin verschiedene Forscher und Autoren versucht, die somit aufgeworfene Frage einer befriedigenden Lösung entgegenzuführen. Aus den auf diesem Gebiete geleisteten Arbeiten erhellt, daß letzten Endes all die äußerlich wahrnehmbaren Eigenschaften eine direkte Funktion der histologischen Eigenart des tierischen Gewebes darstellen.

Eine besondere Bestätigung findet diese Ansicht in den Untersuchungen v. d. Malsburgs[41]) über „Zellgröße als Form- und Leistungsfaktor", ferner durch die Ausführungen Zorns[72]) über „Haut und Haar als Rasse- und Leistungsmerkmal".

Allerdings sind nach diesen angeführten Forschungsrichtungen hin bisher nur verhältnismäßig wenige und dabei recht einseitige Untersuchungen vorgenommen worden. So prüfte v. d. Malsburg lediglich die Dicke der quergestreiften Muskelfasern, während Zorn ausschließlich Haut und Haar als Beurteilungsmoment in der Tierzucht berücksichtigte. Einer der ersten Forscher, welche zur Ermittlung der Beziehungen zwischen feinsten biochemischen Vorgängen, zellulärer Struktur und Ausrüstung einerseits und Nutz- und Zuchtwert andererseits weitestgehend das Blut der Haustiere als Untersuchungsobjekt heranzogen, war Götze[26]). Sein Verdienst ist es, bei einer großen Anzahl von Haussäugetieren aller Arten den Beweis erbracht zu haben, daß die genannten Korrelationen tatsächlich bestehen. Leider war das ihm zur Verfügung

stehende Versuchsmaterial nicht in allen Fällen durchaus einwandfrei und zuverlässig, sodaß in einzelnen Punkten eine Neuuntersuchung zur Ergänzung, Bestätigung oder Berichtigung seiner Ergebnisse erwünscht zu sein scheint.

Dasjenige Gebiet, welches vor allem eine eingehende Prüfung verlangt, ist das Blutbild des gesunden, normal entwickelten Karakul-Schafs. Zur Begründung dieser Notwendigkeit sei hier gesagt, daß Götze bei seinen Untersuchungen nur über eine geringe Anzahl älterer weiblicher Karakuls verfügte, und daß diese Tiere durchaus nicht mehr als zuverlässiges Untersuchungsmaterial gelten konnten, da sie einer sehr dürftigen Herde entstammten, welche unter dauernder intensiver Inzucht an Wert bedeutend eingebüßt hatte und wegen Mangels an Material zur Blutauffrischung aufgelöst werden mußte. (Dazu s. Götze, S. 266.) Da aber das Institut für Tierzucht zu Halle (Saale) eine von der D. L. G. anerkannte Karakul-Hochzucht besitzt, gab mir der Direktor des Instituts, Herr Professor Dr. Frölich, die Anregung, diese Herde auf ihre Blutausrüstung zu untersuchen.

## II. Untersuchungsplan mit kurzer Übersicht früherer Ergebnisse und dazugehöriger Literatur.

Da dem Haemoglobin die Hauptfunktionen des Blutes zufallen, ist aus der Menge des vorhandenen Blutfarbstoffs die Physiologie der Atmung verständlich; denn ein lebhafter Gasaustausch, d. h. eine große dem Körper und seinen Geweben zugeführte Menge Sauerstoff, wird einen reichlichen Haemoglobingehalt zur Voraussetzung haben, und umgekehrt wird ein geringer Vorrat an rotem Blutfarbstoff nicht in der Lage sein, die Gewebe in der erforderlichen Weise mit Brennstoff zu versorgen. Soll weiterhin die Annahme Geltung besitzen, daß der Gasaustausch sich in erster Linie an der Zelloberfläche abspielt, so muß die Verteilung des Haemoglobins auf die roten Blutkörperchen von größter Bedeutung sein, insbesondere müssen Zelloberfläche und -volumen zueinander in günstigem Verhältnis stehen.

An Hand seiner Arbeiten teilte v. d. Malsburg die Individuen ein in „feinzellige", „grobzellige" und „zartzellige" Organismen und stellte bei seinen Muskelfasermessungen fest, daß außer den im Keimplasma begründeten Anlagen und Merkmalen, wie Alter und Geschlecht, auch andere, von außen her auf den Organismus wirkende Einflüsse, wie die Verschiedenheit der Haltungsweise, auf die dimensionale Zellstruktur einen nicht geringen Einfluß auszuüben in der Lage sind. Wenn nun v. d. Malsburg auf Grund seiner eigenen Feststellungen in Kombination mit den Forschungsergebnissen anderer Autoren zu der Überzeugung kam, daß zwischen der spezifischen Größe der quergestreiften Muskelzellen und der der übrigen Zellverbände desselben tierischen

Körpers ein natürliches Verhältnis bestände, so muß damit diese Annahme, wie auch Götze vermutete, sich gleichfalls auf die Blutzellen ausdehnen lassen. Da bei der Messung der roten Blutkörperchen der große Vorteil besteht, die Zelldimensionen aus zwei gefundenen Größen, nämlich aus Volumen und Oberfläche, berechnen zu können, so wird die Nachprüfung der Behauptung v. d. Malsburgs um so leichter sein, als die Isolierung der Blutzellen eine wesentlich einfachere ist als die der Muskelzellen. Da außerdem die Möglichkeit gegeben ist, zur Ergründung der Lebensvorgänge der einzelnen Blutzelle ihren Haemoglobingehalt zur Bestimmung heranzuziehen, dürfte damit ein weiterer wesentlicher Vorzug gewährleistet sein.

Am Karakulblut sind vom Verfasser folgende Werte bestimmt:

1. Die Zahl der roten Blutkörperchen,
2. der Haemoglobingehalt von 100 ccm Blut,
3. der Haemoglobingehalt eines Erythrocyten,
4. Längen- und Dickendurchmesser der Erythrocyten, damit
5. Erythrocytenvolumen und -oberfläche,
6. Haemoglobindichte (Haemoglobingehalt in der Volumen-Einheit),
7. Zellvolumen und -oberfläche in 100 ccm Blut,
8. die spezifische Oberfläche (Verhältnis O : V); daraus
9. die Leistungsmöglichkeit eines Erythrocyten und
10. die Leistungsmöglichkeit der Erythrocyten in 100 ccm Blut,
11. die Leistungsmöglichkeit der Erythrocyten in der Blutmenge, welche auf 1000 g Lebendgewicht entfällt.

Weiterhin erstreckte sich die Berechnung auf

12. die Zahl der weißen Blutkörperchen und deren Differenzierungen und schließlich
13. auf das spezifische Gewicht und den Trockensubstanzgehalt des Blutes.

### III. Versuchsmaterial und Methodik.

Die Blutentnahmen und die mikroskopischen Untersuchungen fanden in der Zeit vom März bis zum September 1925 statt und erstreckten sich auf insgesamt 83 Karakul-Schafe. Von diesen waren 55 reinrassige ♀ im Alter von 1 bis 10 Jahren, 4 reinrassige Zibbenlämmer von 3½ Monaten, 12 weibliche Kreuzungstiere und 12 Böcke, darunter 2 Lämmer im Alter von etwa 7 Monaten. Es war mir Gelegenheit gegeben, die Schafe während verschiedener Haltungsweisen und Fütterungsperioden zu prüfen: Von den reinrassigen Muttertieren waren 50 Stück, außerdem die 4 Lämmer auf dem dem Tierzucht-Institut der Universität Halle (Saale) gehörenden Versuchsgut Lettin untergebracht, woselbst die Untersuchungen am 10. März begannen, also zu einer Zeit, zu der die Herde noch mitten in der Winterstallfütterung stand. Unter den-

stehende Versuchsmaterial nicht in allen Fällen durchaus einwandfrei und zuverlässig, sodaß in einzelnen Punkten eine Neuuntersuchung zur Ergänzung, Bestätigung oder Berichtigung seiner Ergebnisse erwünscht zu sein scheint.

Dasjenige Gebiet, welches vor allem eine eingehende Prüfung verlangt, ist das Blutbild des gesunden, normal entwickelten Karakul-Schafs. Zur Begründung dieser Notwendigkeit sei hier gesagt, daß Götze bei seinen Untersuchungen nur über eine geringe Anzahl älterer weiblicher Karakuls verfügte, und daß diese Tiere durchaus nicht mehr als zuverlässiges Untersuchungsmaterial gelten konnten, da sie einer sehr dürftigen Herde entstammten, welche unter dauernder intensiver Inzucht an Wert bedeutend eingebüßt hatte und wegen Mangels an Material zur Blutauffrischung aufgelöst werden mußte. (Dazu s. Götze, S. 266.) Da aber das Institut für Tierzucht zu Halle (Saale) eine von der D. L. G. anerkannte Karakul-Hochzucht besitzt, gab mir der Direktor des Instituts, Herr Professor Dr. Frölich, die Anregung, diese Herde auf ihre Blutausrüstung zu untersuchen.

## II. Untersuchungsplan mit kurzer Übersicht früherer Ergebnisse und dazugehöriger Literatur.

Da dem Haemoglobin die Hauptfunktionen des Blutes zufallen, ist aus der Menge des vorhandenen Blutfarbstoffs die Physiologie der Atmung verständlich; denn ein lebhafter Gasaustausch, d. h. eine große dem Körper und seinen Geweben zugeführte Menge Sauerstoff, wird einen reichlichen Haemoglobingehalt zur Voraussetzung haben, und umgekehrt wird ein geringer Vorrat an rotem Blutfarbstoff nicht in der Lage sein, die Gewebe in der erforderlichen Weise mit Brennstoff zu versorgen. Soll weiterhin die Annahme Geltung besitzen, daß der Gasaustausch sich in erster Linie an der Zelloberfläche abspielt, so muß die Verteilung des Haemoglobins auf die roten Blutkörperchen von größter Bedeutung sein, insbesondere müssen Zelloberfläche und -volumen zueinander in günstigem Verhältnis stehen.

An Hand seiner Arbeiten teilte v. d. Malsburg die Individuen ein in „feinzellige", „grobzellige" und „zartzellige" Organismen und stellte bei seinen Muskelfasermessungen fest, daß außer den im Keimplasma begründeten Anlagen und Merkmalen, wie Alter und Geschlecht, auch andere, von außen her auf den Organismus wirkende Einflüsse, wie die Verschiedenheit der Haltungsweise, auf die dimensionale Zellstruktur einen nicht geringen Einfluß auszuüben in der Lage sind. Wenn nun v. d. Malsburg auf Grund seiner eigenen Feststellungen in Kombination mit den Forschungsergebnissen anderer Autoren zu der Überzeugung kam, daß zwischen der spezifischen Größe der quergestreiften Muskelzellen und der der übrigen Zellverbände desselben tierischen

Körpers ein natürliches Verhältnis bestände, so muß damit diese Annahme, wie auch Götze vermutete, sich gleichfalls auf die Blutzellen ausdehnen lassen. Da bei der Messung der roten Blutkörperchen der große Vorteil besteht, die Zelldimensionen aus zwei gefundenen Größen, nämlich aus Volumen und Oberfläche, berechnen zu können, so wird die Nachprüfung der Behauptung v. d. Malsburgs um so leichter sein, als die Isolierung der Blutzellen eine wesentlich einfachere ist als die der Muskelzellen. Da außerdem die Möglichkeit gegeben ist, zur Ergründung der Lebensvorgänge der einzelnen Blutzelle ihren Haemoglobingehalt zur Bestimmung heranzuziehen, dürfte damit ein weiterer wesentlicher Vorzug gewährleistet sein.

Am Karakulblut sind vom Verfasser folgende Werte bestimmt:

1. Die Zahl der roten Blutkörperchen,
2. der Haemoglobingehalt von 100 ccm Blut,
3. der Haemoglobingehalt eines Erythrocyten,
4. Längen- und Dickendurchmesser der Erythrocyten, damit
5. Erythrocytenvolumen und -oberfläche,
6. Haemoglobindichte (Haemoglobingehalt in der Volumen-Einheit),
7. Zellvolumen und -oberfläche in 100 ccm Blut,
8. die spezifische Oberfläche (Verhältnis O : V); daraus
9. die Leistungsmöglichkeit eines Erythrocyten und
10. die Leistungsmöglichkeit der Erythrocyten in 100 ccm Blut,
11. die Leistungsmöglichkeit der Erythrocyten in der Blutmenge, welche auf 1000 g Lebendgewicht entfällt.

Weiterhin erstreckte sich die Berechnung auf

12. die Zahl der weißen Blutkörperchen und deren Differenzierungen und schließlich
13. auf das spezifische Gewicht und den Trockensubstanzgehalt des Blutes.

### III. Versuchsmaterial und Methodik.

Die Blutentnahmen und die mikroskopischen Untersuchungen fanden in der Zeit vom März bis zum September 1925 statt und erstreckten sich auf insgesamt 83 Karakul-Schafe. Von diesen waren 55 reinrassige ♀ im Alter von 1 bis 10 Jahren, 4 reinrassige Zibbenlämmer von 3½ Monaten, 12 weibliche Kreuzungstiere und 12 Böcke, darunter 2 Lämmer im Alter von etwa 7 Monaten. Es war mir Gelegenheit gegeben, die Schafe während verschiedener Haltungsweisen und Fütterungsperioden zu prüfen: Von den reinrassigen Muttertieren waren 50 Stück, außerdem die 4 Lämmer auf dem dem Tierzucht-Institut der Universität Halle (Saale) gehörenden Versuchsgut Lettin untergebracht, woselbst die Untersuchungen am 10. März begannen, also zu einer Zeit, zu der die Herde noch mitten in der Winterstallfütterung stand. Unter den

selben Verhältnissen erfolgte die Blutentnahme bei den 12 Karakul-Bastarden, von denen 8 der $F_1$- und 4 der $F_2$-Generation angehörten. Am 21. April wurde die Lettiner Herde zum ersten Male ausgetrieben, sodaß ich nach 4 Monaten, also in den letzten Tagen des August, bei 6 erneut untersuchten Tieren den Einfluß des Weideganges auf das Blutbild untersuchen konnte. In der Zwischenzeit hatte ich Gelegenheit, an 5 ♀ des Haustiergartens Halle einige Versuche anzustellen, welche infolge der Haltungsweise dieser Tiere besonders interessant schienen. Abgesehen davon, daß diese Blutproben im August entnommen wurden, also nach einer Periode ausgesprochener Sommerstallfütterung mit frischem Grünfutter, hielten sich die Schafe während des ganzen Tages in einem freien Auslauf vor dem Stalle auf, sodaß sie im Gegensatz zu den im verhältnismäßig dunklen, abgeschlossenen Stalle untergebrachten Lettiner Tieren sich dauernd an der Luft befanden und somit dem günstigen Einfluß des Lichts in weit höherem Maße ausgesetzt waren als jene. Den im Institut unter den gleichen Bedingungen lebenden Böcken wurden die erforderlichen Blutproben zu Beginn des September entnommen. Um auch den Einfluß verschiedener Trächtigkeitsstadien kennenzulernen, stellte ich diesbezügliche Versuche an 4 Lettiner und 4 Hallenser Karakul-Müttern an, von denen die letzteren sich in der zweiten und dritten Trächtigkeitswoche befanden, während bei den Lettiner Schafen die Gravidität schon seit 5—7 Wochen eingetreten war. Auch diese 8 Tiere waren bereits früher schon untersucht worden, sodaß der Vergleich beider Ergebnisse etwaige Veränderungen genau erkennen ließ. In der Gesamtheit liegen demnach 97 Versuche vor an Tieren beiderlei Geschlechts, weitestgehender Altersunterschiede und verschiedener Lebenslagen und Haltungsweisen.

Um physiologisch bedingte Unterschiede des Blutes zu vermeiden, wurden die Blutproben im Ruhezustande der Tiere, d. h. stets vor der Fütterung entnommen. Nach Feststellungen von Welsch[71]) und Eistrich[70]) trug ich keine Bedenken, die Proben täglich vor der ersten Fütterung und mittags um 12½ Uhr vor der Mittagsfütterung zu nehmen. Die Blutentnahme ging folgendermaßen vor sich: Nachdem alle wesentlichen Merkmale des Tieres, wie Stallnummer, Alter, Geschlecht, Lebendgewicht, wie Ernährungs- und Gesundheitszustand genau festgestellt worden waren, führte ich in die große Ohrvene einen etwa ½—1 cm langen Stich mit einer scharfen, gut zugespitzten und vorher in Alkoholäther gereinigten und desinfizierten Lanzette. Entgegen der Ansicht Boruttaus[11]) halte ich es für gleichgültig, ob das Blut dem rechten oder linken Ohr entnommen wird; denn nach Bürker[12]) ist bei relativer Ruhe des Gesamtkörpers der Gehalt des Blutes an Haemoglobin und Erythrocyten im Kapillargebiet der diversen Gefäßprovinzen der gleiche. Die Einstichstelle war zuvor aufs sorgfältigste gereinigt, mit Alkoholäther entfettet und von allen lästigen Haaren befreit worden. Die beiden ersten Blutstropfen wurden zur Vermeidung von Unreinlichkeiten mit Fließ-

papier aufgefangen, sodaß erst das allmählich nachfließende Blut zu meinen Zwecken verwendet wurde. Da die Gerinnung des Schafblutes sehr schnell erfolgt — nach Amendt[3]) gerinnt Schafblut in 2½ Minuten (im Vergleich zum Menschenblut bei 5, Rinderblut bei 6½ und Pferdeblut bei 11½ Minuten) —, war ein schnelles und sauberes Arbeiten die Grundbedingung.

Das allmählich aus der Wunde hervorquellende Blut wurde nun mit der Erythrocyten-Mischpipette, welche dem Bürkerschen Zählapparat beigegeben war (System Thoma-Zeiß), bis zum Teilstrich 0.5 aufgesogen und nach sorgfältigem Säubern der Pipettenspitze durch vorsichtiges Einsaugen der Verdünnungsflüssigkeit bis zum Skalenteil 101 im Verhältnis 1 : 200 vermischt. Zur Verdünnung verwendete ich die Hayemsche Lösung. Die von verschiedenen Seiten geäußerte Befürchtung eines Zusammenballens der Blutzellen bei Verdünnung mit Hayemscher Lösung kann ich — wenigstens für Schafblut — nicht teilen, vorausgesetzt allerdings, daß die Mischung sofort verarbeitet wird, und daß sie nicht erst längere Zeit im Mischkölbchen aufbewahrt bleibt.

Die Haemoglobinbestimmung geschah mit Hilfe des mir zur Verfügung stehenden „Original-Sahli-Haemometers", welches von Bürker[12]) auf spektro-photometrische Werte geeicht ist. Trotz der mehrfach geäußerten Befürchtung des Ausblassens (s. Hellige, Münchner Medizinische Wochenschrift vom 26. Dezember 1924) arbeitete der Apparat während der Beobachtungszeit zur vollen Zufriedenheit.

Für die Ermittlung der Größenverhältnisse der Erythrocyten waren zunächst Längen- und Dickendurchmesser der roten Blutkörperchen zu messen. Während die ersteren im Trockenpräparat bestimmt wurden, geschah die Untersuchung der Dickendurchmesser im feuchten Präparat. Zu dessen Herstellung bediente ich mich eines hohlgeschliffenen Objektträgers.

Da die Variationen zwischen den Ergebnissen der Dickendurchmesser desselben Tieres in sehr niedrigen Grenzen blieben und deren Messung relativ lange Zeit beanspruchte, wurden nur je 5 -10 Stück untersucht, während zur Feststellung der Längendurchmesser jedesmal 50 Messungen vorgenommen wurden. Hierbei zeigten sich häufig bei dem gleichen Individuum außerordentliche Schwankungen. Götzes[26]) Vermutung, in diesem Verhalten der Erythrocyten-Längendurchmesser eine Variation nach dem Queteletschen Gesetz vor sich zu haben, teilt auch der Verfasser und verweist dazu auf die späteren Ausführungen.

Die Leukocytendifferenzierung erforderte eine besondere Vorbereitung der trockenen Aufstrichpräparate, da es galt, die verschiedenen Arten der farblosen Blutzellen deutlich erkennbar zu gestalten. Zu diesem Zwecke verwendete ich die am meisten gebräuchliche Färbungsmethode von Pappenheim[51]). [Naegeli[46]), S. 16.]

Es empfiehlt sich, ganz frische Präparate vor dem Färben in Giemsa-Lösung 3 Minuten in Methylalkohol zu fixieren. Die Verdünnung der Giemsa-Lösung im angegebenen Verhältnis darf erst unmittelbar vor der Färbung erfolgen, da bei längerem Stehen ein dicker Niederschlag die Färbekraft der Lösung erheblich beeinträchtigt. Da diese Präzipitatbildung dem Präparate durchaus nicht zuträglich ist, verwendete ich die von Naegeli[16]) empfohlene Unterschichtungsmethode: Das Präparat wurde mit der Schichtseite nach unten auf zwei Glasstäbe in eine Petrischale gelegt und die frische Farblösung sorgfältig darunter gegossen, bis sie von unten her den Blutaufstrich an allen Stellen gleichmäßig bespülte. Nach beendeter Färbung nahm ich den Objektträger vorsichtig ab und spritzte ihn unter einem scharfen Wasserstrahl (Spritzflasche) gründlich ab. Von jedem Schaf wurden zwei solcher Blutaufstriche angefertigt, und in Einzelzählungen von je 100 Stück von jedem Präparat 1000 Leukocyten ausgezählt, welche sich leicht in Prozentanteilen ausdrücken ließen. Dadurch, daß beim Auflegen des Deckgläschens das Blut aus der Höhlung des hohlgeschliffenen Objektträgers durch Kapillarität unter die Randpartien des Deckgläschens tritt, erfahren diese eine besondere Anreicherung an weißen Blutkörperchen, sodaß sie bei der Auszählung besonders berücksichtigt wurden.

Im Karakulblut sind in der Hauptsache 5 Arten von Leukocyten vorzufinden.

a) Lymphocyten: Sie bilden den Hauptbestandteil der Leukocyten (50—62%). Es sind dies Zellen, welche mit einigen Ausnahmen größtenteils doppelt so groß sind wie die Erythrocyten und zum Teil eine Größe von 14 und 15 μ erreichen (im Mittel 9—13 μ). Bei den großen Lymphocyten zeigt sich meist ein ovaler, oft exzentrisch gelegener basophil blauvioletter Kern mit schlecht erkennbarer, unregelmäßiger Kernstruktur. Der Kern der kleineren Lymphocyten erscheint im allgemeinen dunkler und zum Unterschied von den größeren Zellen fast über den ganzen Zelleib ausgedehnt. Im Protoplasma wird bei guter Färbung am Rande der Zelle ein feines, nur schwer wahrnehmbares Maschenwerk sichtbar; das bei den größeren Lymphocyten gleichmäßig hellblau gefärbte Plasma bildet um den Kern herum einen für diese Leukocytenart charakteristischen hellen Hof. Bisweilen erkennt man im Plasma eine Anzahl größerer, lebhaft rot gefärbter Körnchen, die Azurgranula, welche teils unregelmäßig zerstreut, teils in kleinen Häufchen beieinander liegend im Protoplasma auftreten.

b) Monocyten: Mononucleäre und Übergangsformen sollen unter dem Sammelbegriff Monocyten hier verstanden werden, während bisher (Ehrlich, Schantz) beide Arten meist getrennt aufgeführt wurden. Die Monocyten sind teils ebenso groß, teils größer als die Lymphocyten (9 bis 17 μ), kommen jedoch im Gegensatz zu diesen nur verhältnismäßig selten vor (4—8%). Der Kern ist zum Unterschied von dem der Lymphocyten

fast nie rund, sondern erhält durch vielfache, tiefe Einkerbungen oft eine oval-eckige bis bohnenförmige Gestalt, die bisweilen sogar Hufeisen- oder Kleeblattform annimmt; d. h. die Kerben schneiden so tief ein, daß der Kern nur noch durch ein dünnes Verbindungsstück in der Mitte zusammenhängt. Die Färbung des Kerns ist der der Lymphocyten sehr ähnlich, läßt allerdings eine mannigfache Kernstruktur erkennen. Das sehr zarte Protoplasma zeigt stahlblaue bis mausgraue Farbe, welche Du Toit mit dem Vorhandensein von zahlreichen sehr feinen und im einzelnen kaum erkennbaren Monocyten-Granula erklärt, die sich oft in der Kerneinbuchtung stärker anhäufen. Das Protoplasma weist überdies kleine charakteristische Vakuolen auf, welche sich ähnlich dem Menschenblut (Naegeli) meist am Rande vorfinden. Nur ganz vereinzelt traten solche Vakuolen auch in der Mitte des Protoplasmas auf. Naegeli[46]) gibt als Entstehungsort der Monocyten ausschließlich das Knochenmark an, während seiner Meinung nach die Lymphocyten nur in den Lymphknoten und den lymphatischen Bildungen (Milz) entstehen.

c) Neutrophile, polymorphkernige Leukocyten: Sie besitzen ähnlich, wie beim Menschen- und Rinderblut, eine kreisrunde Gestalt, kommen im Karakulblut aber im Gegensatz zum Pferde- und Hundeblut nur zu 21—35% vor. Sie sind im allgemeinen doppelt so groß wie die Erythrocyten (8—11 μ). Der Kern ist fast völlig in den runden Protoplasmaleib eingebettet. Das von vielen kleinen Granula durchsetzte Protoplasma erscheint zart rosarot. Der überall stark segmentierte Kern bildet die verschiedensten Formen. Oft erscheint er aus violetten und rötlichen Strahlen ungleichmäßig zusammengesetzt, was den Eindruck eines feinen Netzwerkes erweckt. Nach Naegeli werden auch die Neutrophilen ausschließlich im Knochenmark gebildet.

d) Eosinophile Leukocyten: Viele in das Protoplasma eingelagerte gelblich-rot leuchtende Granula kennzeichnen diese Art sofort vor allen anderen. Ich fand sie in einer Menge von 5 bis 15%, was bei der Menge der Versuchstiere eine wesentlich festere Norm darstellt, als der von Schantz angegebene Wert. Die Größe entspricht etwa der der Monocyten. Die vielfach gestaltete Kernform findet sich auch bei den Eosinophilen und ist teilweise derart zerklüftet, daß nur noch ganz feine Fäden die einzelnen Kernteilchen miteinander verbinden. Der Ursprung der Eosinophilen ist das Knochenmark.

e) Basophile Leukocyten (Mastzellen): Wie beim Menschenblut und allen Haussäugetieren, so nimmt auch beim Karakul-Schaf diese Leukocytenart weitaus die letzte Stelle der Prozentanteile ein; die Anzahl beträgt im Mittel 0,6% und übersteigt 1% nur in seltenen Fällen. In der Größe gleichen sie etwa den Monocyten (8—12 μ). Gelappte, oft fast bis zur Kleeblattform eingebuchtete Kerne geben den bläulich-violetten Basophilen ein typisches Gepräge; häufig werden sie durch eine große Menge rötlich-violetter Granula undeutlich, teilweise sogar verdeckt.

Außer diesen 5 Leukocytenarten zeigen sich im Gesichtsfelde eine Menge kleiner schiefergrauer bis bläulicher Körnchen, die Blutplättchen. Meist liegen sie in Massen beieinander, selten trifft man sie einzeln. Größtenteils sind sie jedoch so winzig, daß eine Messung nicht mehr möglich ist. —

Bei den Bestimmungen des spezifischen Gewichts, wie des Trockensubstanzgehalts, folgte ich den Ausführungen und Methoden Richters[57]).

Da im vorliegenden Falle ein Transport des zu untersuchenden Blutes (d. h. derjenigen Menge, welche zur Feststellung des spezifischen Gewichts, sowie des Trockenrückstandes notwendig war) vom Versuchsgut Lettin zum Laboratorium im Institut zu Halle (Saale) erforderlich war, galt es also, die Gerinnungsmöglichkeit des Blutes auf ein Minimum herabzusetzen und weiterhin einen Wasserverlust nach Möglichkeit zu vermeiden. Aus diesem Grunde verdünnte ich das Blut mit einer 5%igen Natriumzitratlösung, welche (nach Sabbatani) die Kalksalze im Blute durch Zitronensäure ionisiert und dadurch gerinnungshemmend wirkt; durch Verwendung eines luftdicht verschließbaren, vollständig rund geblasenen Glaskölbchens wurde jeder Wasserverlust vermieden. Um nach Möglichkeit nur eine quantitativ geringe Blutmenge zu benötigen, folgte ich der Methode, welche Landsberg[37]) in der Klinischen Wochenschrift Heft 17 angibt. Hierin empfiehlt er als Maßskala eine Pipette, welche ähnlich der Thomaschen aus einem kapillaren Teil mit eingravierter Skala, einer geräumigen Ampulle und einem Saugrohr besteht. Das Fassungsvermögen bis zum Eichstrich am Saugrohr beträgt 2 ccm. Mit dieser Pipette sog ich zur Herstellung einer 10%igen Blut-Natriumzitrat-Mischung zunächst 200 cmm Blut auf und von der bereitstehenden Natriumzitratlösung bis zum Skalenteil 2 ccm nach. — Das von Richter vorgeschlagene vorherige genaue Abwägen auf der analytischen Waage konnte ich in Anbetracht der für mich wesentlich ungünstigeren örtlichen, d. h. Transportverhältnisse, nicht zur Anwendung bringen. — Der gesamte Pipetteninhalt wurde darauf in das verschließbare Glaskölbchen entleert. Ein langsames Hin- und Herschwenken des Kölbchens nach Zusatz einer Glasperle bewirkte die gute Vermischung beider Flüssigkeiten. Die so hergestellte Blutmischung fand sowohl zur spezifischen Gewichts-, als auch zur Trockensubstanzgehaltsbestimmung Verwendung und erwies sich in dieser Zusammensetzung als recht gut haltbar.

Die Bestimmung des spezifischen Gewichts erfolgte mit Hilfe der Thomaschen Mischpipette nach der Richterschen Methode, worauf hier verwiesen sei.

Die Trockensubstanzbestimmung geschah mit Hilfe der Torsionswaage von Hartmann und Braun und lehnte sich grundsätzlich an die Methode von Bang[4]) an. Da diese ursprünglich allerdings nur für un-

verdünntes Blut Gültigkeit besaß, machte sich für meine Untersuchungen die Notwendigkeit gewisser Änderungen geltend, wie sie schon Richter in seiner Arbeit vornimmt (vgl. dort).

Nach dieser in großen Zügen gegebenen Übersicht mögen einige weitere Bemerkungen über diejenigen Werte folgen, welche nach dem Versuchsplan zu ermitteln sind.

Für die Bestimmung der Erythrocyten-Dimension stehen uns die beiden Zylinderformeln zur Verfügung:

$$V = r^2 \pi . h \text{ und}$$
$$O = 2 r \pi (r + h),$$

wobei r den Halbmesser der Fläche und h die Dicke der roten Blutkörperchen darstellt. Da aber diese Formeln nur Gültigkeit für die Berechnung zylindrisch geformter Figuren haben, in unserem Falle aber mit bikonkav kreisrunden Erythrocyten zu rechnen ist, mußten diese Formeln für die vorliegenden Untersuchungen entsprechende Änderungen erfahren. Götze[26]) gibt in seiner Arbeit genaue Werte an, welche bei der ziffermäßigen Bestimmung von Erythrocyten-Volumen und -Oberfläche in Abrechnung zu bringen sind; für das Schaf ergibt sich danach ein Volumenverlust von 15% und für die Oberfläche ein solcher von 14%.

Ein weiteres Eindringen in die biologische Beschaffenheit ermöglicht die Zuhilfenahme des Haemoglobins als des chemisch wirksamsten Bestandteils der Erythrocyten: Aus R*) und dem Haemoglobingehalt für 100 ccm Blut wurde durch Division die Haemoglobinmenge eines roten Blutkörperchens ermittelt:

$$Hgl_1 = \frac{Hgl_{100}}{R \,.\, 100\,000} \quad (\text{in } 10^{-12} \text{ g}).$$

Nunmehr ergab sich aus $Hgl_1$ (Haemoglobingehalt in 100 ccm Blut in g) und $V_1$ (Volumen eines Erythrocyten in $\mu^3$) wiederum durch Division die Haemoglobindichte (D):

$$D = \frac{Hgl_1}{V_1} \quad . 10^{-14} \text{ g}.$$

Die Haemoglobindichte gibt also Aufschluß über den Vorrat an rotem Blutfarbstoff eines Erythrocyten, d. h. sie läßt die Qualität der roten Blutzellen in chemischer Hinsicht erkennen. Erythrocyten mit hoher Haemoglobindichte sind demnach als spezifisch reich, solche mit geringer Haemoglobindichte als spezifisch arm zu bezeichnen. Götze[26]) unterscheidet in Anlehnung an die von v. d. Malsburg[41]) gegebene Einteilung der quergestreiften Muskelfasern 3 verschiedene Erythrocytentypen:

| | | |
|---|---|---|
| Kleinzellige | haemoglobinreiche | = feinzellige Erythrocyten |
| | haemoglobinarme | = zartzellige Erythrocyten |
| Großzellige | haemoglobinarme | = zartzellige Erythrocyten |
| | haemoglobinreiche | = grobzellige Erythrocyten. |

*) R = Erythrocytenzahl (in Mill.) in 1 cmm Blut.

Nach den früheren Ausführungen besitzen also die feinzelligen, spezifisch reichen Erythrocyten die relativ größte Funktionstüchtigkeit, da sie außer über einen hohen Haemoglobingehalt über eine große Oberfläche verfügen. Im Gegensatz dazu stehen die grobzelligen Erythrocyten, welche gegebenenfalls wohl über den gleichen Haemoglobingehalt verfügen, deren spezifische Oberfläche jedoch bei weitem kleiner ist und daher den Gasaustausch in niedrigen Grenzen hält. Von den zartzelligen sagt Götze, daß relativ auch bei ihnen die kleinzelligen den großzelligen überlegen sein müssen. Aus all diesen Erscheinungen geht also hervor, daß die Sauerstoffversorgung des Blutes und damit die physische Leistungsfähigkeit wächst mit dem Steigen der Erythrocytenzahl, des Haemoglobingehaltes und der Oberfläche und mit dem Abnehmen des Volumens.

Daraus berechnete Götze die Leistungsfähigkeit, das ist die Haemoglobinoberfläche bestimmter Blutmengen. Etwa vorhandene Unterschiede nach Rasse, Geschlecht und Alter glaubte er dabei deutlicher hervorzuheben, indem er statt der Haemoglobindichte von 1 eine solche von 0,1 annahm, sodaß die Haemoglobinoberfläche eines Erythrocyten (L 1) diejenige Oberfläche darstellt, welche – ausgedrückt in $n^2$ — bei einer Haemoglobindichte von 0,1 zur Verfügung steht:

$$L_1 = \frac{O_1 \cdot Hgl_1}{0{,}1 \cdot V_1} \; (Hgl - \mu^2)$$

$$\text{oder } L_1 = \frac{O_1 \cdot D}{0{,}1} \; (Hgl - \mu^2),$$

wobei $(Hgl - n^2)$ als Wertbezeichnung gilt.

Die Haemoglobinoberfläche (Leistungsmöglichkeit) von 100 ccm Blut (L 100) ist demnach die Oberfläche, welche — ausgedrückt in qm — bei einer Haemoglobindichte von 0,1 zur Verfügung steht:

$$L_{100} = \frac{O_{100} \cdot Hgl_{100}}{0{,}1 \cdot V_{100}} \; (\text{in Hgl} - \text{qm})$$

$$\text{oder } L_{100} = \frac{O_{100} \cdot D}{0{,}1} \; (\text{in Hgl} - \text{qm}).$$

Nach meinen Befunden traten jedoch Rassen-, Geschlechts- und Altersunterschiede schon bei einer Zugrundelegung einer Haemoglobindichte von 1 deutlich zutage; die Formeln änderten sich damit in

$$L_1 = O_1 \cdot D \; (Hgl - 10^{-14}\mu^2) \text{ und}$$

$$L_{100} = O_{100} \cdot D \; (Hgl - 10^{14} \text{ qm}).$$

In diesen Aufstellungen erschöpfen sich jedoch noch nicht sämtliche Möglichkeiten, die Leistungsfähigkeit bestimmter Blutmengen zu ergründen. Die Funktionstüchtigkeit des Gesamtblutes ließe sich allerdings erst mit dessen quantitativer Bestimmung festlegen. Derartige Versuche sind bereits des öfteren unternommen worden (Ellenberger[22]), Scheunert[22]), Nasse[15]); die gefundenen Ergebnisse weichen erheb-

lich voneinander ab, sodaß ich mich zunächst darauf beschränken muß, den Mittelwert aus all diesen Untersuchungen als maßgebende Norm anzunehmen. Danach setzte ich für die relative Blutmenge $^1/_{13}$ des Lebendgewichts ein und fand, wenn ich diesen Wert v nenne, für die Haemoglobinoberfläche, welche für 1000 g Lebendgewicht entfällt,

$$Lkg = \frac{L_{100} \cdot v}{s}.$$

Der Begriff Konstitution soll hier nur soweit erläutert werden, als im Zusamenhang mit dem Verständnis des Blutbildes erforderlich ist.

Will man den Konstitutionsbegriff in sich scharf zergliedern, so könnte man allerdings alles erblich Feststehende zunächst als Konstitution bezeichnen, während alle anderen, über diesen Rahmen hinaus erst durch äußere Einwirkungen erworbenen Eigenschaften unter die Bezeichnung „Kondition" fallen würden (Tandler[64]), Bauer[5]), Götze[26]). Aus praktischen Gründen ist es jedoch zweckmäßig, analog der Genotypuslehre von Johannsen[33]) die Konstitution in eine phänotypische (im anatomisch-physiologischen Sinne) und eine genotypische (Konstitution des Keimplasmas) zu unterscheiden und die Kondition im Sinne Tandlers[64]) aufzufassen. Götze kennzeichnet dementsprechend durch folgende Beziehung ein einfaches System der Konstitutionsforschung:

$$\text{Phänotypische Konstitution} = \left\{ \begin{array}{l} \text{genotypische Konstitution} \\ + \text{ Kondition.} \end{array} \right.$$

Leider ist es zumeist nicht möglich, beide Komponenten des Phänotypus in gleicher Weise zu erfassen, da wir bislang nicht in der Lage sind, die genotypische Konstitution (des Keimplasmas) ziffernmäßig festzustellen. Wir müssen uns also zunächst damit bescheiden, vor allem die phänotypische Konstitution zu erkennen, um aus ihrem Werte brauchbare Resultate für Theorie und Praxis des Züchters zu erhalten. Nach alledem muß uns also in gleicher Weise, wie beim Gesamtorganismus des Individuums diese phänotypische Konstitution mit Zahl, Maß und Gewicht bei der Zelle in gleicher Weise zugänglich sein; dann können wir nach der grundlegenden Feststellung Virchows[68]), „daß die Zelle wirklich das eigentlich letzte Formelement aller lebenden Erscheinungen ist", und zwar, wie v. d. Malsburg bestätigt, „in ihrer spezifischen, biochemischen, biophysikalischen und biomorphologischen Beschaffenheit", in der Zelle ganz allgemein den Ursprung aller Leistungsfähigkeit suchen, da ja Konstitution und Funktionstüchtigkeit konform gehen. Die biomorphologische Beschaffenheit einer Zelle gründet sich auf deren Größe und Volumen und auf der für unsere Untersuchungen so wichtigen spezifischen Oberfläche, das heißt auf das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen. Der Gehalt des lebenswichtigsten Faktors, des Plasmas, spiegelt sich wider in der biochemischen Beschaffenheit, während die biophysikalische den Ge-

halt an Konstitutionswasser angibt. Auf dem verschiedenen Verhältnis dieser drei Faktoren zueinander basiert v. d. Malsburgs bekannte Zell- und Konstitutionseinteilung:

1. feine Zellen — feinzellige Organismen,
2. grobe Zellen — grobzellige Organismen,
3. zarte Zellen — zartzellige Organismen.

Bei dieser Einteilung spricht er den feinzelligen Tieren die günstigste Konstitution zu, während bei den zartzelligen das Gegenteil der Fall ist; die grobzelligen nehmen die Mittelstellung ein. Auf die gegen v. d. Malsburg vorgebrachten Einwendungen von Adametz[2]) sei hier nur verwiesen. Wie weit der Muskel ein Urteil auf die Gesamtkonstitution zuläßt, mag hier unerörtert bleiben!

Will man aber, wie v. d. Malsburg, das Marchische Gesetz als richtig anerkennen und diesen Betrachtungen zugrunde legen, so müssen uns die roten Blutzellen ein Mittel in die Hand geben, durch Untersuchung der in Frage kommenden Faktoren die Ansicht v. d. Malsburgs eingehend nachprüfen zu können. Trotzdem es sich auch hierbei um eine Partialkonstitution handelt, müßte die Untersuchung des Bildes der roten Blutelemente Ergebnisse zutage fördern, welche Rückschlüsse auf die Gesamtkonstitution gestatten und geeignet wären, die Behauptungen v. d. Malsburgs zu bestätigen. Dabei ist aber zu beachten, daß gerade die Zahl der roten Blutkörperchen, oder besser gesagt die Blutzusammensetzung infolge innerer und äußerer Einwirkungen erheblich größeren Schwankungen unterworfen ist als andere Gewebsarten, was schon in der Sauerstoffzufuhr durch die Erythrocyten begründet ist. Es könnte also, falls keine sonstigen Beziehungen zwischen Blut und Organismus bestünden, sich bei den Untersuchungen ein Bild ergeben, welches die Korrelationen zwischen dem Aufbau der Blutkörperchen und Gesamtkonstitution in einem veränderten, möglicherweise entgegengesetzten Lichte erscheinen lassen. Da aber in Wirklichkeit auch das Blut als Teil des lebenden Organismus sich nicht freimachen kann von seinen Wechselbeziehungen zu den übrigen Organen und Zellverbänden, und in der Tat eine funktionelle Wechselwirkung besteht, die auch physiologisch in Erscheinung tritt, so werden wir doch zunächst annehmen müssen, daß tatsächlich zwischen Blut- und Gesamtkonstitution gleichsinnige Zusammenhänge bestehen; Voraussetzung ist dabei normale Veranlagung und gleiche Haltungsweise der Versuchstiere. Götze hat in seiner Arbeit den Beweis der Richtigkeit dieser Vermutung erbracht, indem er bei einer großen Anzahl von Versuchsobjekten der verschiedensten Tierarten und Rassen direkte Beziehungen zwischen rotem Blutbild und Körperkonstitution feststellte. Auch er teilt im Anschluß an v. d. Malsburg die Individuen in fein-, grob- und zartzellig organisierte ein; trotz möglicher und zwischen diesen einzelnen Arten auch vorhandener Übergänge führt er jedoch diese

Einteilung nicht weiter fort, um durch solche Kombinationen nicht unendliche Zahlen zu erhalten. Es soll auch bei vorliegenden Versuchen seine schon früher angegebene Einteilung beibehalten werden (s. Seite 15).

Nach diesen Betrachtungen soll sich nunmehr im folgenden zeigen, ob, unter welchen Bedingungen und in welchem Maße auch die Karakulschafe geeignet sind, das Vorhandensein von Beziehungen zwischen Blutbild und Konstitution zu bestätigen.

## IV. Eigene Untersuchungsergebnisse und deren praktische Auswertungen.

### 1. Nach allgemeinen und rassenanalytischen Gesichtspunkten (einschließlich der Kreuzungen).

Eine besondere Stellung wird die Betrachtung der Blutausrüstung der Karakuls nach rassenanalytischen Gesichtspunkten einnehmen. Als Anhalts- und Vergleichswerte lege ich künftig im allgemeinen die Ergebnisse zugrunde, welche Götze[26]) angibt, da mir leider andere Möglichkeiten vergleichender Gegenüberstellung vorläufig fehlen*).

Eine gekürzte Wiedergabe der Befunde Götzes an einigen Schafrassen sei deshalb zum Vergleich angeführt.

Tabelle I.

| Rasse | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O:V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Karakuls (Muttern) | 7,91 | 29,4 | 57,7 | 23,2 | 45,6 | 1,96 | 7,46 | 9,5 | 0,323 | 186 | 146 |
| Breitschwanzschafe**) | 9,99 | 28,9 | 56,7 | 29,2 | 57,0 | 1,96 | 9,80 | 9,8 | 0,342 | 192 | 191 |
| Heidschnucken | 9,62 | 31,0 | 59,5 | 30,2 | 58,7 | 1,92 | 9,90 | 10,2 | 0,327 | 196 | 190 |
| Rambouillets | 9,94 | 32,0 | 60,6 | 32,4 | 60,1 | 1,89 | 11,07 | 11,2 | 0,347 | 212 | 209 |
| Württembergische Bastardschafe | 9,51 | 31,2 | 60,2 | 30,0 | 57,8 | 1,93 | 10,00 | 10,5 | 0,332 | 203 | 193 |
| Fleisch-Merinos | 10,17 | 33,7 | 63,2 | 34,6 | 65,1 | 1,88 | 11,27 | 11,0 | 0,326 | 207 | 212 |
| Hampshires | 9,80 | 34,3 | 63,9 | 33,6 | 62,6 | 1,87 | 10,71 | 10,9 | 0,319 | 204 | 200 |
| Ostfr. Milchschafe | 10,10 | 32,7 | 62,2 | 33,6 | 63,9 | 1,90 | 11,17 | 10,9 | 0,339 | 207 | 212 |

Die auffällig niedrige Erythrocyten- und Haemoglobinmenge der Karakul-Muttern erklärt sich, wie erwähnt, aus der Minderwertigkeit des verwendeten Versuchsmaterials und könnte zu falschen Schlüssen leicht Anlaß geben. Wenn auch Statur und geringe Nutzungsmöglichkeit dieser Rasse von vornherein besonders hohe Werte nicht erwarten lassen, so müssen sich doch jedem Beobachter sofort Zweifel an der Richtigkeit der

*) Die gleichzeitig am Institut Halle angestellten „Untersuchungen des Blutes unserer Schafrassen" waren zur Zeit noch nicht beendet und konnten zum Vergleich daher nur zum Teil herangezogen werden.

**) Was darunter rassemäßig zu verstehen ist, geht aus den Ausführungen Götzes nicht hervor. „Breitschwanz" bezeichnet im allgemeinen das Fell neugeborener Karakuls.

angegebenen Werte aufdrängen. Um das Bild sofort zu klären, lasse ich meine obiger Aufstellung entsprechenden Ergebnisse für die Karakuls folgen:

| R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O:V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8,94 | 30,40 | 57,96 | 27,32 | 51,55 | 1,91 | 10,40 | 11,77 | 38,5 | 2229 | 1982 |

Diese Werte stellen das End- oder mittlere Resultat von 66 untersuchten Karakuls*) beiderlei Geschlechts und sämtlicher Altersklassen dar. Sie zeigen eine weit größere Annäherung an den Durchschnitt der bisherigen Feststellungen über das Schafblut, als die Karakuls der Götzeschen Tabelle, wie es von Anfang an zu erwarten war. Wenn diese Ziffern im Rahmen der Götzeschen Angaben in vielen Punkten eine deutliche Unterlegenheit gegenüber anderen Rassen erkennen lassen, so liegt hier bereits in rohen Umrissen ein Faktor zur Bestimmung der Funktionstüchtigkeit des Blutes wie der Leistungsfähigkeit der Karakuls vor. Mit 8.94 Millionen weisen sie die niedrigste Erythrocytenzahl unter den Schafrassen überhaupt auf, was in erster Linie eine Übereinstimmung mit der geringen produktiven Leistung dieser Tiere darstellt, nicht zuletzt aber auch auf die Auswahl aller, auch den höchsten Altersklassen angehörenden Vergleichstiere zurückzuführen ist. Diese Möglichkeit wird an dieser Stelle nur deshalb erwähnt, weil von Beginn der Darstellungen an die Klarheit des Bildes gewahrt bleiben und Trugschlüsse vermieden werden sollen. Denken wir im Vergleich zu den mehrseitig ausgeprägten Leistungen der ostfriesischen Milchschafe, der Fleischmerinos und der Rambouillets mit ihren hohen Erythrocytenwerten an den geringen Nutzungswert der Karakuls, so deutet schon die Betrachtung der niedrigen Zahl der roten Blutkörperchen auf Beziehungen zwischen diesem Wert und Organismus hin.

Ein Überblick über die Zelldimensionen läßt deutlich große Unterschiede nach Zellvolumen und -oberfläche der einzelnen Rassen erkennen. Es zeigt sich einwandfrei, daß die mischwolligen Karakuls im Gegensatz zu den weit größeren und schwereren Fleisch- und Wollschafen nur mit kleinen bis mittleren Erythrocyten ausgestattet sind. Während die Breitschwanzschafe mit 28.9 $\mu^3$ die kleinsten roten Blutkörperchen aufweisen, zeigen die den Hochebenen der Buchara entstammenden Karakuls mit 30.4 $\mu^3$ zwar größere rote Blutzellen als die ersteren, bleiben aber hinter unseren einheimischen Heidschnucken (31.0 $\mu^3$) noch zurück; weit deutlicher aber tritt der Abstand zu unseren hochgezüchteten Kulturrassen hervor. Ein Wachsen der Zellvolumina hat bei letzteren gleichzeitig eine

*) Es handelt sich hier um die bei Stallfütterung untersuchten Tiere, um zunächst Einflüsse von Haltungsweise und Ernährung auszuschalten.

Oberflächenvergrößerung zur Folge. Da sich diese aber in geringerer Ausdehnung vollzieht als die Volumenzunahme, tritt eine immer deutlicher werdende Verschlechterung der spezifischen Oberfläche, des Verhältnisses O : V ein. Der in diesem Punkte besonders auffallende Unterschied in den Angaben von Götze und meiner Aufstellung wird in dem Abschnitt „Alterseinflüsse" besonders beleuchtet. Da neben guter Produktion an feiner Wolle von unseren Kulturrassen zum großen Teil auch eine hervorragende Mastleistung verlangt wird, so erklärt sich deren ungünstige spezifische Oberfläche daher, daß Fett- und Fleischansatz bei einem regen Stoffwechselprozeß, wie ihn ein günstiges Verhältnis O : V bedingt, durchaus verringert würde; die relativ günstige spezifische Oberfläche des Karakulblutes dagegen deutet auf einen intensiven Gasaustausch hin, welcher nicht in runden, vollen Formen der Tiere, sondern in einer trockenen, widerstandsfähigen Konstitution zum Ausdruck kommt. Die großen Zellen der Kulturrassen weisen also bei abnehmender spezifischer Oberfläche schon auf die Leistungsrichtung großzellig organisierter Individuen hin; dabei ist besonders zu betonen, daß das Karakulschaf entsprechend seinen lediglich auf Erzeugung kinetischer Energie und Wärme eingestellten Funktionen über gute Vorbedingungen für einen regen Gasaustausch verfügt.

Als wesentlichster Faktor für die Sauerstoffversorgung des Körpers ist nach früheren Ausführungen das Haemoglobin zu bewerten. Da festgestellt werden konnte, daß, wie es fast alle Autoren in ihren Arbeiten angeben, der Haemoglobingehalt für 100 ccm Blut analog der Erythrocytenzahl steigt oder fällt, weist das Karakulblut nach meinen Befunden einen wesentlich höheren Gehalt an Blutfarbstoff auf, als ihn Götze fand (10,40 : 7,46). Götze, welcher, bei seinen Untersuchungen selbst die Unzulänglichkeit seiner Karakuls als Versuchsmaterial empfindend, zu der Ansicht gelangte, daß „die nur mittelhohen Haemoglobinwerte bei Heidschnucken und den Karakul-Muttern nicht als Rasseneigenschaft anzusprechen seien", kam mit dieser Vermutung dem wahren Sachverhalt sehr nahe; denn tatsächlich konnte ich feststellen, daß die Karakuls nicht nur relativ kleine Erythrocyten aufweisen, sondern daß sowohl der Haemoglobingehalt für 100 ccm Blut mit 10,4 g, als auch der der einzelnen Erythrocyten mit 11,5 ($10^{-12}$) g äußerst hohe Blutwerte dieser Rasse darstellten. Mit ihrem Blutfarbstoffgehalt von 10,4 überragen die Karakuls noch um ein Geringes die Elektoralmerinos und bleiben hinter den württembergischen veredelten Landschafen mit 10,5 und den Hampshires und ostfriesischen Milchschafen nicht sehr weit zurück. Zieht man überdies die geringe Erythrocytenzahl der Karakuls in Betracht und vergleicht sie im Zusammenhang mit dem Haemoglobingehalt mit der der leistungsfähigeren Kulturrassen, so gewinnt die relativ große Überlegenheit der Haemoglobinwerte der Karakuls erst die volle Geltung. – Damit sind bereits zwei Gruppen unserer angeführten Zelleinteilung gefunden. Auf

der einen Seite Mastfähigkeit mit großzelligen, haemoglobinreichen Erythrocyten bei mäßiger bis geringer spezifischer Oberfläche — auf der anderen Seite kleinzellige, äußerst haemoglobinreiche Erythrocyten der Karakuls mit intensivem Gasaustausch infolge günstiger spezifischer Oberfläche, geringe produktive Leistung (grobe Wolle, keine oder sehr wenig Mastfähigkeit), aber harte Körperstruktur!

Zur Vertiefung unseres Einblickes in die feineren biochemischen Vorgänge des histologischen Blutzellgefüges verhilft uns die Kenntnis der Haemoglobindichte. Götze spricht in seiner Arbeit von einer gewissen Konstanz dieses Wertes und fand bei allen untersuchten Tierarten für die Haemoglobindichte einen Durchschnittswert von 0,30—0,39; für die Schafrassen gibt er für die Elektoralmerinos die geringste Dichte mit 0,317 an, während die höchste bei den Rambouillets mit 0,347 liegen soll. Entsprechend den Befunden über die Haemoglobinmenge lieferten die von mir untersuchten Karakuls mit einer Haemoglobindichte von 38,535 (nach Götzes Berechnung = 0,385) einen wesentlich höheren Wert. Damit erfüllt sich Götzes Vermutung, „daß jene kleinen, misch- und schlichtwolligen Gebirgs- und Landrassen normalerweise mit spezifisch reichen Erythrocyten ausgestattet sind“ (S. 266), was er während seiner Versuche an Heidschnucken und Karakuls nicht nachweisen konnte. Im übrigen halte ich die Götzeschen Werte für die Haemoglobindichte allgemein für recht niedrig. Dieser Ansicht neige ich außer nach meinen Feststellungen zu nach Vergleich der Götzeschen Resultate für Rinderblut (0,328—0,344) mit den von Richter für dieselben Tierspezies gefundenen Ergebnissen (26,6—53,2). Sollten jedoch die von Götze angegebenen Werte unbedingte Gültigkeit besitzen, so stelle ich eine wesentliche Überlegenheit der Haemoglobindichte der Karakuls gegenüber den grobzellig organisierten Kulturrassen fest.

Ein weiteres sehr wichtiges Moment für die Forschung und Beurteilung bietet die Haemoglobinoberfläche (Leistungsfähigkeit) eines bestimmten Blutquantums. In der Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Blut spiegelt sich der Nutzungswert des Individuums und der Rasse wider! Der von Götze angegebene Wert von 146 war naturgemäß in dem Augenblick nicht mehr haltbar, als der erheblich höhere Haemoglobingehalt für Karakul bekannt war. Die Untersuchung bestätigte die Berechtigung meiner diesbezüglichen Vermutung voll und ganz. Mit 1982 ($Hgl \cdot 10^{-14}$ qm) (bei Zugrundelegung der Haemoglobindichte von 1,0) bildet die Haemoglobinoberfläche von 100 ccm Karakulblut den Übergang von den primitiven Land- zu den Kulturrassen (184—212). Die Übereinstimmung der ziffernmäßig zu bestimmenden Werte für die Haemoglobinoberfläche von 100 ccm Blut und der geringen Woll- und Mastleistungen bietet uns einen unumstößlichen Beweis für die Beziehungen zwischen Blutausrüstung und Organismus! Entsprechend ihrer hohen Haemoglobin-

werte bei relativ geringer Erythrocytenmenge verfügen die Karakuls folgerichtig über eine außerordentliche Leistungsfähigkeit der einzelnen roten Blutkörperchen, sodaß analog der Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Blut auch die des Einzelerythrocyten gegenüber den Götze-schen Befunden eine bedeutende Steigerung erfuhr. Die Kenntnis der Karakuls berechtigt zu dem Schluß, daß in diesem Punkte weniger eine direkte Beziehung zwischen Leistungsfähigkeit des Erythrocyten und der des Organismus besteht, sondern daß dieser Wert sich vielmehr auswirkt in besonderen physischen Leistungen, wie Zähigkeit und Beweglichkeit. Eine Bestätigung dieser Ansicht ergeben die Götze schen Feststellungen am Pferdeblut, wobei die schnellen elastischen Vollblutpferde und Traber mit 308 bzw. 313 Hgl-$n^2$ eine weit größere Haemoglobinoberfläche für einen Erythrocyten aufwiesen, als die schweren, langsameren Kaltblüter und Schrittpferde mit 269 Hgl-$n^2$. Die Karakuls bieten ein typisches Beispiel für die Tatsache, daß, wie es die Leistungsfähigkeit eines Erythrocyten lehrt, eine hohe Haemoglobinmenge sich nicht unbedingt in allen Fällen in großer produktiver Leistungsmöglichkeit äußern muß, sondern daß die Funktionstüchtigkeit sehr wohl auf einem anderen Gebiete, wie Temperament, Widerstandsfähigkeit und Beweglichkeit liegen kann. Damit bleibt allerdings auch Götzes Erklärung bestehen, welcher die hohe Leistungsmöglichkeit der Erythrocyten im Blute der Rambouillets mit „den sehr geschätzten Leistungen zur Produktion einer reichlichen Menge guter Tuchwolle*) auf großen, gut geviertelten, widerstandsfähigen Körpern" erklärt. Geschlechts-, Alters- und Haltungseinflüsse haben große Einwirkung auf diese Blutwerte, deren weitere eingehende Behandlung in den genannten Abschnitten erfolgen wird.

Die Bestimmung der Haemoglobinoberfläche für diejenige Blutmenge, welche auf 1000 g Lebendgewicht entfällt, geschah nach der in der „Methodik" angegebenen Weise. Als relative Blutmenge legte ich, den Angaben von Nasse folgend, $^1/_{13}$ des Lebendgewichts zugrunde. Das spezifische Gewicht des Karakulblutes hatte ich zuvor mit 1042,5 (nach Nasse Schafblut = 1042,0) ermittelt. Unter Berücksichtigung dieses Wertes erhielt ich die Haemoglobinoberfläche von einer Blutmenge auf 1000 g Lebendgewicht im Mittel mit 147,7 Hgl-qm. Auch hierbei spielen physische Leistungen und Temperament eine wichtige Rolle; denn, wenn Götze als Mittelwert für Schafe aller oder doch verschiedener Rassen 143 Hgl-qm feststellt, so stellt dies eben lediglich den Durchschnitt aller von ihm geprüften Rassen dar, ohne die einzelnen, ausschlaggebenden Rasseneigentümlichkeiten zu enthüllen.

Beheimatet in den Gebirgen und auf den wenig ertragreichen Weiden von Buchara, war das Karakulschaf gezwungen, sich unter Schwierigkeiten und körperlichen Anstrengungen seine Nahrung zu suchen, eine

*) Daß Rambouillets Tuchwolle haben sollen, entspricht nicht den Tatsachen, sie sind vielmehr ausgesprochene Kammwollschafe.

Notwendigkeit, welche auf die Ausbildung einer trockenen, beweglichen Struktur nicht ohne Einfluß blieb. Die ausgesprochen kleinzellige Organisation mit günstiger spezifischer Oberfläche zur Erzeugung eines intensiven wärme- und energiespendenden Stoffwechselprozesses und der immer mehr zunehmende Haemoglobingehalt gaben dieser Rasse mehr und mehr das histologische Gepräge des Bewohners von Gebirge und Hochebene. Der Ausgleich zwischen geringer Erythrocytenzahl und hohem Haemoglobingehalt ermöglicht bei großer Zelloberfläche einen äußerst angeregten Gasaustausch und stellt somit, was physische Leistungen anbetrifft, das Karakulschaf an eine der ersten Stellen der Reihe der Schafrassen. Genügsamer und anspruchsloser in Futter und Pflege erreichen sie zwar nicht die hohen Leistungen und die Frühreife unserer edlen Kulturrassen, sind aber gegenüber klimatischen und gesundheitsschädlichen Einflüssen weit widerstandsfähiger als jene. Da im übrigen der angegebene Prozentsatz des Gesamtblutes vom Lebendgewicht mit $^1/_{13}$ im Vergleich zur Ziege ($^1/_{15}$) und zum Schwein ($^1/_{20}$) ein verhältnismäßig hoher ist, so ist es nicht zu verwundern, daß die für 1000 g Lebendgewicht berechnete Haemoglobinoberfläche der Karakuls etwa der des kleinzelligsten Haustieres, der Ziege, entspricht, und die schwereren, relativ haemoglobinärmeren Kulturrasen sicherlich wesentlich übertrifft. Allein das Pferd mit seinen hervorragenden Leistungen und seinen im Verhältnis zum Körpergewicht kleinen Erythrocyten ist mit 155 Hgl-qm allen anderen Haussäugern bei weitem überlegen. Vergleicht man dagegen das ausschließlich auf Mastfähigkeit gezüchtete Schwein*) mit seinem vergleichsweise stumpfen Temperament (89 Hgl-qm) mit den beweglichen, verhältnismäßig lebhaften Karakuls, so lassen sich schon aus diesen weitgehenden rohen Gegenüberstellungen ziemlich sichere Rückschlüsse auf die in voller Deutlichkeit zutage tretende Überlegenheit der Karakuls über die phlegmatischen Kulturrassen ziehen.

In der bestehenden Literatur wird der Erythrocyten-Längendurchmesser der Schafe allgemein mit 5,0 μ angegeben. Die Verschiedenheit der zelldimensionalen Charaktere läßt erkennen, daß die einzelnen Rassen auch hierin voneinander abweichende Werte aufweisen müssen. Als Mittel sämtlicher gemessenen Erythrocyten-Längendurchmesser (etwa 5000 Stück) konnte ich für die Karakuls eine Größe von 4,946 μ ermitteln, wozu weitere Ausführungen sich vorläufig erübrigen. Daß die Einzelzellen des tierischen Organismus im allgemeinen dem Quetelet schen Gesetz von der fluktuierenden Variation folgen, ist eine Vermutung, welche zuerst v. d. Malsburg an Hand seiner Muskelfasermessungen äußerte. Um auch diese Frage behandeln zu können, habe ich sämtliche gemessenen Längendurchmesser von jedem Tier 50) zusammengestellt und bin zu der Über-

*) Rassenunterschiede sind hierbei nicht berücksichtigt worden. Es wäre interessant, zu verfolgen, ob auch beim Schwein gleichsinnige rassenmäßige Unterschiede bestehen.

zeugung gelangt, daß in der Tat die Anordnung der Erythrocytenlängendurchmesser dem genannten Gesetz unterworfen ist. Einige typische Beispiele seien hier angeführt.

Tabelle II.

| Nr. | 3,6—4,0 μ | 4,1—4,5 μ | 4,6—5,0 μ | 5,1—5,5 μ | 5,6—6,0 μ | 6,1—6,5 μ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♀ 29/19 | 4 | 9 | 16 | 11 | 8 | 2 |
| ♀ 78/19 | 2 | 7 | 17 | 17 | 4 | 3 |
| ♀ 479/23 | 3 | 5 | 18 | 14 | 8 | 2 |
| ♂ 181/20 | 2 | 8 | 21 | 12 | 6 | 1 |
| ♂ 217/21 | 2 | 8 | 16 | 13 | 7 | 4 |
| ♀ 505/23 (Kar.×Leine $F_1$) | 4 | 7 | 15 | 15 | 7 | 2 |

Diesen Aufstellungen treten bei verschiedenen Tieren allerdings Fälle entgegen, welche in der Anordnung ihrer Erythrocyten-Längendurchmesser allgemein betrachtet im Widerspruch zum Quetelet schen Gesetz stehen. Zum Beispiel:

| Nr. | 3,6—4,0 μ | 4,1—4,5 μ | 4,6—5,0 μ | 5,1—5,5 μ | 5,6—6,0 μ | 6,1—6,5 μ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ♀ 33/18 | 3 | 14 | 11 | 12 | 6 | 4 |
| ♀ 113/20 | 2 | 11 | 15 | 9 | 13 | — |
| ♀ 492/23 | 3 | 11 | 16 | 7 | 12 | 1 |
| ♀ Lamm 25 | 10 | 16 | 5 | 12 | 7 | — |

Diese weitaus in der Minderzahl bestehenden Ausnahmen sind jedoch bedeutungslos

Nach der Bürker schen Methode ($O = 2 . \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi$)*) fand ich als Mittel eine Oberfläche von 38.129 $\mu^2$, während unter Berücksichtigung beider Durchmesser sich für $O_1$ ein Wert von 57,956 $\mu^2$ ergab. Daraus geht einwandfrei hervor, welche Trugschlüsse bei Anwendung der ersten Berechnungsweise möglich sind. Trotzdem habe ich außer der als maßgebend geltenden Methode ($O_1 = \frac{2\,r\,\pi\,(r+h) . 86}{100}$ $n^2$) bei jedem Tier auch die Bürker sche Art zur Anwendung gebracht, um, davon ausgehend, festzustellen, wie weit das Haemoglobinverteilungsgesetz Bürkers auch für die Karakuls Geltung besitzt. Nach diesem Gesetz ist das Haemoglobin in streng gesetzmäßiger Weise auf die Oberfläche verteilt, und zwar ist nach Bürker der Quotient $Hgl_1 : O_1$ konstant $= 32 . 10^{-14}$ g. Ich bin in der Lage festzustellen, daß mit geringen

*) Unter Vernachlässigung der Dicke der roten Blutzelle.

Ausnahmen, welche unter den „Alterseinflüssen" zu besprechen sind, dieses Gesetz zu Recht besteht, was in Kap. 3 eingehend erläutert werden wird. Damit sollten sich die Haemoglobingehalte verhalten wie die Quadrate der Durchmesser, also

$$Hgl_1\ s = \frac{Hgl_1 m \,.\, d^2 s}{d^2 m},$$

worin m und s den Haemoglobingehalt, bzw. Durchmesser von Menschen- und Säugetiererythrocyten darstellen. Nach Trautmann wurden als Werte für $Hgl_1$ m $30 \,.\, 10^{-12}$ g und für d m 7,92 μ angenommen. So wurde auch diese Angabe Bürkers (s. oben) bei jedem Schaf genau überprüft, und es wurde auch hier wieder mit geringfügigen Ausnahmen eine volle Übereinstimmung mit dem Bürkerschen Gesetz erzielt. Nach der alles zusammenfassenden Gesamtübersicht entsprach der Quotient $Hgl_1 : Q$ (Haemoglobingehalt : Quadraten der Durchmesser) mit dem Werte von 11,79 einem $Hgl_1 = 11{,}77 \,.\, 10^{-12}$ g.

— Eine Nachprüfung der v. d. Malsburgschen Feststellungen bezüglich der Anwendung des Marchischen Gesetzes verbot mit der Mangel an rassespeziellen Vergleichsangaben. —

In ähnlicher Weise, wie die Erythrocyten, sind auch die Leukocyten in Zahl und Größe erheblichen Schwankungen unterworfen; im allgemeinen ist mit der Steigerung der Zahl der roten Blutkörperchen eine Zunahme an weißen Blutzellen verbunden. Ich betone ausdrücklich, daß dies nur im großen Überblick der Fall ist, wie z. B. in folgender Gruppenzusammenstellung:

| Alter | Erythrocyten Mill. | Leukocyten Taus. | Alter | Erythrocyten Mill. | Leukocyten Taus. |
|---|---|---|---|---|---|
| 8—10 Jahre | 5,837 | 7,476 | 2—4 Jahre | 8,682 | 9,989 |
| 5—7 Jahre | 6,625 | 9,160 | 1 Jahr | 9,803 | 10,418 |

In der Reihe der einzelnen Versuchstiere konnte ich jedoch oftmals beobachten, daß rote und weiße Blutkörperchen sich im umgekehrten Verhältnis zueinander bewegten. Dazu folgende Beispiele:

| Nr. | Erythrocyten Mill. | Leukocyten Taus. | Nr. | Erythrocyten Mill. | Leukocyten Taus. |
|---|---|---|---|---|---|
| ♀ 19/19 | 6,96 | 10,320 | ♀ 109/20 | 7,82 | 11,080 |
| ♀ 82/19 | 7,10 | 9,060 | ♂ 181/20 | 8,29 | 7,390 |
| 100/20 | 7,11 | 13,120 | ♂ 105/20 | 8,19 | 9,150 |

Die Leukocytenzahl der Karakuls beträgt im Mittel sämtlicher Untersuchungen 10,398 und ist damit um etwa 1000 höher als die von Schantz[58]) gefundene. Entsprechend der Gesundheit und der großen Widerstandsfähigkeit der Karakuls gegen ungünstige äußere Einflüsse bildet die große Zahl der farblosen Blutzellen gemäß ihrer Funktionen ein typisches Rassemerkmal.

Die Schwankungen der Prozentanteile der einzelnen Leukocytenarten hielten sich bei den Karakuls in wesentlich engeren Grenzen, als es Schantz[58]) angibt, was schon darin begründet liegt, daß genannter Autor mehrere Rassen untersuchte, daher also in der Tierspezies größere Differenzen zu erwarten sind als bei einer einzelnen Rasse. In welchem Grade die Zahl vorhandener weißer Blutkörperchen sich auf die Widerstandsfähigkeit der Individuen auswirken muß, beweist die Kenntnis der Lebensäußerung der Zelle, welche lehrt, daß gerade die farblosen Blutzellen in der Lage sind, in die Blutbahn eingedrungene Krankheitserreger in sich aufzunehmen und zu vernichten. Da bei den wechselreichen klimatischen Verhältnissen der Karakul-Heimat feste Gesundheit und Widerstandskraft die Vorbedingungen zu normaler Entwicklung sind, hat die Natur dieser Anforderung durch eine reiche Leukocyten-Ausrüstung gerecht zu werden gesucht. Besonders die große Zahl der Lymphocyten (50—62%), welche als Hauptbestandteil der weißen Blutkörperchen die genannten Funktionen in höchstem Maße zu verrichten haben, deutet auf eine große Widerstandsfähigkeit hin und ist, wie die später folgende Altersübersicht zeigen wird, besonders ausgeprägt bei den Lämmern, daher also in hohem Grade geeignet, diese weitestgehend vor Infektionskrankheiten zu bewahren und sie in den Stand zu setzen, den Lebenskampf aufzunehmen. Die übrigen Leukocytenarten, welche sich je nach Geschlecht, Alter und Lebenslage des Tieres in die Funktionen teilen, unterscheiden sich nicht so sehr von den diesbezüglichen Mittelwerten anderer Rassen. Die Anteile liegen für die Monocyten zwischen 4—8%, während die Neutrophilen mit 21—35% den zweiten Platz einnehmen und die Eosinophilen nur mit 5—15% beteiligt sind. Verschwindend gering ist der Prozentsatz der Basophilen, deren Anteil im Mittel 0,6% beträgt und 1% nur in seltenen Fällen übersteigt. (Das Weitere über Leukocytendifferenzierung s. Seite 12 ff.)

Der Trockensubstanzgehalt bleibt mit 14,63% (Grenzwerte: 8,208 bis 19,627%) hinter der von Abderhalden beim Schaf mit 17,83% ermittelten Trockensubstanz um über 3% zurück. Es scheint mir, als ob Abderhalden seine Ergebnisse für den Trockensubstanzgehalt in der Hauptsache aus der Untersuchung junger und mitteljähriger Tiere gewonnen hat. In diesem Falle erhöhen sich meine Resultate auf 15,38%, ein Wert, welcher den Vergleichsergebnissen allerdings immer noch beträchtlich unterlegen ist. Diese Erscheinung erklärt sich meines Erachtens

rasseanalytisch aus der geringen Anzahl der Erythrocyten der Karakuls, welche (s. Haemoglobinoberfläche von 100 ccm Blut) durch den relativ hohen Haemoglobingehalt nur zum Teil ausgeglichen wird.

Das spezifische Gewicht des Karakulblutes betrug im Mittel 1042,5 mg (1033,3—1050,3) und lehnt sich damit eng an den bisher bekannten Wert für Schafblut allgemein (Nasse: 1042,0) an.

### b) Kreuzungen.

In der Annahme, daß die morphologische und biologische Beschaffenheit der Blutausrüstung verschiedener Rassen, so wie sie nach den Götzeschen Befunden auf Seite 19 zusammengestellt sind, sich auch in dem Blutbild dementsprechender Bastardierungen widerspiegeln würden, bezog ich mehrere Kreuzungen der $F_1$- und $F_2$-Generation in meine Betrachtungen ein. Wenn sich meine Erwartungen nur zum Teil erfüllten, so ist dies in erster Linie dem Umstand zuzuschreiben, daß die Versuchstiere bei der relativ kleinen Anzahl der von jeder Kreuzungsart untersuchten Bastarde nur immer der gleichaltrigen Gruppe der reinrassigen Karakuls zu Vergleichszwecken gegenübergestellt werden konnten. D. h. also, die gefundenen Einzelergebnisse stützen sich teilweise mehr auf individuelle Veranlagung, als auf ausgesprochene Rasseneigenschaften. Trotzdem läßt in der Mehrzahl der Versuche die nachstehende Tabelle die charakteristischen Unterschiede deutlich in Erscheinung treten.

Während eine geringe Erythrocytenzunahme nur bei den mit Leineblut und den beiden mit ostfriesischem Milchschafblut gekreuzten Karakuls festzustellen ist, zeigen die letzteren, sowie das einjährige Tier mit Melebluteinmischung eine auffällige Steigerung des Erythrocytenvolumens und der -oberfläche. Damit verbindet sich eine Zunahme des Haemoglobingehaltes für 100 ccm Blut, sowie ein bedeutendes Anwachsen der Haemoglobinoberfläche für dieselbe Blutmenge. Diese Erscheinung entspricht vollkommen der von Götze beobachteten Grobzelligkeit der ostfriesischen Milchschafe, wie der Fleisch-Merinos (Mele — Merino × Leicester) und zeigt an diesen beiden Kreuzungsbeispielen, daß in der Tat diejenigen Rassen, welche sich in ihrer charakteristischen Blutausrüstung grundlegend von den Karakuls unterscheiden, geeignet sind, das Blutbild weitestgehend in ihrem Sinne zu beeinflussen. Diese Feststellung findet einen weiteren ausdrücklichen Beweis in dem Wert für die spezifische Oberfläche, welche entsprechend den Lebensäußerungen und Funktionen der roten Blutzellen der Karakuls bei diesen weit größer ist als bei der Melekreuzung (1,93 : 1,88); möglicherweise ist das für dieses einjährige Tier errechnete höhere Lebendgewicht von 30 kg gegenüber dem der gleichaltrigen Altersgruppe der reinrassigen Karakuls mit 28 kg schon als Auswirkung des durch die geringe spezifische Oberfläche eingeengten Gasaustausches anzusehen. Im übrigen aber haben rein äußerlich betrachtet diese Bastarde ihren Charakter als Karakuls gewahrt; die langen, ziemlich groben

## Tabelle III.

### ♀ Karakul-Kreuzungen:

| Anzahl | Kreuzung: | Lbdgew. kg | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O : V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Karakul × Leineschaf | 39 | 9,20 | 29,46 | 57,08 | 26,78 | 52,09 | 1,94 | 10,4 | 11,72 | 38,9 | 2219 | 2020 | 9,762 |
| | Reinrassiges Karakul | 28 | 9,10 | 29,70 | 57,08 | 26,75 | 51,46 | 1,93 | 10,0 | 11,21 | 36,2 | 2104 | 1931 | 10,290 |
| 2 | Karakul × Somalischaf | 31 | 7,23 | 29,11 | 57,82 | 22,43 | 40,85 | 1,97 | 9,2 | 12,12 | 40,9 | 2384 | 1813 | 8,150 |
| | Reinrassiges Karakul | 32,5 | 7,71 | 31,58 | 59,82 | 24,00 | 44,27 | 1,91 | 9,5 | 12,27 | 38,8 | 2280 | 1794 | 8,040 |
| 2 | Karakul × Ostfriesisches Milchschaf | 41,5 | 6,81 | 31,90 | 60,37 | 21,77 | 40,66 | 1,89 | 8,6 | 12,63 | 38,1 | 2397 | 1890 | 10,580 |
| | Reinrassiges Karakul | 39,5 | 6,65 | 30,88 | 58,35 | 20,50 | 38,38 | 1,89 | 8,1 | 12,14 | 39,3 | 2298 | 1526 | 8,826 |
| 1 | Karakul × Meleschaf | 30 | 9,34 | 33,03 | 62,22 | 30,85 | 58,11 | 1,88 | 12,0 | 12,93 | 39,1 | 2433 | 2272 | 11,210 |
| | Reinrassiges Karakul | 28,5 | 9,80 | 29,20 | 56,41 | 29,15 | 56,24 | 1,93 | 11,4 | 11,40 | 39,1 | 2041 | 2201 | 10,420 |
| 1 | Karakul × Württemberg. | 16 | 10,12 | 26,84 | 52,91 | 27,16 | 53,54 | 1,96 | 10,3 | 10,20 | 37,9 | 2005 | 2029 | 11,760 |
| | Reinrassiges Karakul | 14 | 11,04 | 26,91 | 52,86 | 29,13 | 58,36 | 1,96 | 9,8 | 8,9 | 33,8 | 1742 | 1924 | 13,935 |
| 1 | Karakul × Heidschnucke | 39 | 6,02 | 30,55 | 58,12 | 18,38 | 34,99 | 1,90 | 7,3 | 12,12 | 39,6 | 2300 | 1386 | 8,310 |
| | Reinrassiges Karakul | 42 | 7,35 | 30,52 | 57,87 | 22,42 | 42,48 | 1,90 | 8,8 | 12,14 | 39,7 | 2314 | 1691 | 10,946 |
| 1 | Karakul × Zackelschaf | 14 | 10,16 | 26,13 | 52,75 | 26,55 | 53,59 | 2,02 | 10,9 | 10,71 | 41,0 | 2163 | 2212 | 11,290 |
| | Reinrassiges Karakul | 14 | 11,04 | 26,91 | 52,86 | 29,13 | 58,36 | 1,96 | 9,8 | 8,90 | 33,8 | 1742 | 1924 | 13,935 |

Grannenhaare, sowie der typische Fettschwanz sind unverändert geblieben; damit im Zusammenhang erreicht die Erythrocytenzahl der reinrassigen Karakuls (6,65) nicht die der ostfriesischen Milchschafe (6,81), während die größere Zahl gegenüber dem Karakul-Mele-Bastard sich meines Erachtens aus dem Umstand erklärt, daß nur ein solches Tier vorhanden war und daher dieser Wert dem Mittelergebnis der 6 reinrassigen Vergleichsschafe kaum gleichzustellen ist in bezug auf Beweiskraft.

In der gesamten Tabelle zeigen sich die Folgen fremder Blutmischung am deutlichsten in der Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Blut; diese ist bei allen Bastarden, mit Ausnahme der Heidschnuckenkreuzung, geringer geworden. Der Nutzungsmöglichkeit der Rassen entsprechend war die Steigerung am größten bei den Ostfriesen (364 Hgl — $10^{-14}$ qm) und bei den Zackelschafen (288 Hgl — $10^{-14}$ qm), während sie bei den Somalikreuzungen kaum ins Gewicht fiel (19 Hgl — $10^{-14}$ qm). Dem geringen Nutzungswert der Heidschnucken, welcher nur zum Teil durch Beweglichkeit und Ausdauer ausgeglichen wird, gibt ein auffälliges Nachlassen der Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Ausdruck (— 305 Hgl — $10^{-14}$ qm), was meines Erachtens allerdings durch starke individuelle Veranlagung weit übertrieben wurde.

Auf eine ausgesprochene Feinzelligkeit der Somali-, insbesondere aber der Zackelschafe weisen die auffallend kleinen, spezifisch reichen Erythrocyten der entsprechenden Bastarde hin. Gegenüber den reinrassigen Karakuls besaßen die beiden Somalikreuzungen im Mittel um 7,5% kleinere rote Blutzellen, während bei dem mit Zackelblut gekreuzten Tier (Lamm) die Differenz bei 3% lag. Dem entspricht eine um 7 bzw. 16% höhere Haemoglobindichte der genannten Bastarde und eine äußerst günstige spezifische Oberfläche (1,97 : 1,91, bzw. 2,02 : 1,96). Diese Blutwerte stehen in engster Beziehung zu der zierlichen Körperstruktur beider Rassen, welche bei den von mir untersuchten Kreuzungstieren in dem niedrigeren Gewicht zum Ausdruck kam. Das untersuchte Karakul-Zackel-Lamm zeigte schon in seinem äußeren Aussehen deutlich die Einwirkungen der Kreuzung: geringere Fettablagerung am Schwanz ließ deutlich die Einmischung fremdrassigen Blutes erkennen, und die großen, seitwärts korkzieherförmig abstehenden Hörner brachten das Tier dem Charakteristikum des Zackelschafes sehr nahe. Die ausgesprochene Feinzelligkeit der Zackelschafe befähigt sie zu guter Milchleistung (bei $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Monaten Melkdauer pro Tag 0.5—1 l mit 15—25% Rahm) und bildet somit, gestützt auf ihre Aufzucht im Gebirge des Balkans, der Türkei und den Steppen Rumäniens bei großer Widerstandsfähigkeit gegen klimatische Einflüsse, eine deutliche Überleitung zur Ziege. Die geringere Erythrocytenzahl des Zackelbastards im Vergleich zu den reinen Karakullämmern ist lediglich auf die großen Schwankungen zurückzuführen, welchen die Tiere in bezug auf ihre Blutkörperchenmenge gerade im ersten Lebensjahre

unterworfen sind. Nach meinen Befunden glaube ich sogar, daß diese kleine (♀ 20—25 kg) mischwollige Rasse Südost-Europas über eine große Menge kleiner, spezifisch reicher Erythrocyten verfügt. Kann man auch bei den Karakuls in keiner Hinsicht von einer vorhandenen Mastfähigkeit sprechen, so deutet doch die im Verhältnis zu Somali- und Zackelschafen gröbere Zellstruktur auf enge Beziehung zu der großen Fettlagerung am Schwanz hin. Als strenge Domestikationsmutation beeinflußt die Fettschwanzbildung als einzige typisch ausgeprägte Stoffansatzmöglichkeit stets das Blutbild der Karakul-Kreuzungen in diesem Sinne. Daraus erwächst uns allerdings noch nicht die Berechtigung, etwa von einer epistatischen Blutausrüstung der Karakuls zu sprechen; denn die Dominanz des Karakulblutes besteht nur in den Fällen, wo die Funktion, bzw. der Aufbau des fettspeichernden Schwanzgewebes in unveränderter, ursprünglicher Form erhalten geblieben ist ($F_1$-Generation der 4 gekreuzten Leineschafe), während sie in späteren Generationen im Zusammenhang mit der Bildung neuer, sonst nicht vorhandener Schwanzformen (s. das Zackel-Karakul-Lamm, $F_2$-Generation) verliert.

Im Vergleich zu den genannten Kreuzungsarten blieb erwartungsgemäß die Steigerung der Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Blut bei den Leinebastarden und der württembergischen Kreuzung mit 4,3%, bzw. 4,8% in niedrigen Grenzen. Immerhin dienten auch diese geringen Differenzen unter Berücksichtigung einer minimalen Zunahme an Haemoglobingehalt zur Beurteilung der größeren Nutzungsmöglichkeit erwähnter Rassen (Woll-Leistung). Da aber die Blutausrüstung der Karakuls nicht so wesentlich von der der württembergischen veredelten Landschafe abweicht, wie es bei den voraufgeführten Rassen der Fall ist, förderte auch die weitere Blutdifferenzierung keine einschneidenden Unterschiede zutage. Den einzigen bedeutend abweichenden Wert ergab die Untersuchung der Leukocytenmenge, welche für die reinrassigen Karakuls ein um 11,3% höheres Ergebnis zeitigte, als für die Leine- und Württemberger Bastarde. Hierin liegt meines Erachtens ein Hinweis auf die größere Widerstandsfähigkeit der Karakuls im Vergleich zu unseren deutschen schlichtwolligen Schafrassen. Widersprechen dieser Ansicht die Leukocytenbefunde an den mit Mele- und Milchschafblut gekreuzten Karakuls (s. Tab. 3), so sind meiner Überzeugung nach für diese Erscheinung lediglich die in der sehr geringen Versuchsreihe häufiger als erwünscht dominierenden individuellen Unterschiede verantwortlich zu machen.

Im Prinzip konnte ich also feststellen, daß entsprechend ihrer mehr oder weniger von der der Karakuls abweichenden Blutausrüstung fremde, in Nutzungswert und produktiver Leistung grundverschiedene Rassen unter den gegebenen Bedingungen in der Lage sind, das Blutbild der Karakuls nachhaltigst zu beeinflussen.

Mit diesen abschließenden Ergebnissen glaube ich hinreichend bewiesen zu haben, daß in der Tat die angenommenen Beziehungen zwischen Körper und dessen Nutzungswert und Leistungsrichtung einerseits und dem Blut als Körpergewebe andererseits bestehen. Schon an Hand der bisherigen Feststellungen kam ich unter vorläufiger Ausschaltung aller besonderen Einflüsse, wie Geschlecht, Alter, Haltungsweise usw., zu der überzeugenden Ansicht, daß Zucht-, Nutzwert und Leistungsfähigkeit der Rasse bis zu einem gewissen Grade abhängen von morphologischer und biologischer Beschaffenheit der Blutfaktoren. Um aber auch in bezug auf das Einzelindividuum die oben erwähnten genotypischen und phaenotypischen Einflüsse auf die Blutzusammensetzung kennenzulernen, ist es unerläßlich, einen weiteren Einblick in das Zellgefüge und seine Arbeit zu tun.

## 2. Geschlecht.

Die Feststellung, daß das Blut in bezug auf Erythrocytenmenge, Haemoglobingehalt und Blutkörperchengröße beim männlichen Individuum in jeder Beziehung dem des weiblichen überlegen ist, findet sich in der reichlichen Literatur immer wieder. Die sexuellen Unterschiede, so wie sie sich mir beim Karakulschaf im Gesamtbild darstellten, sind aus folgender Übersicht zu ersehen:

Tabelle IV.

| Geschl. | Lbg. kg | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O : V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ♂ | 44,5 | 9,49 | 30,58 | 58,16 | 28,87 | 55,10 | 1,905 | 11,36 | 12,03 | 39,09 | 2297 | 2160 | 10,599 |
| ♀ | 31 | 8,34 | 30,33 | 57,78 | 25,77 | 48,00 | 1,909 | 9,44 | 11,51 | 37,98 | 2161 | 1806 | 11,510 |

Zwar gehen aus dieser Tabelle schon die sexuellen Unterschiede hervor, jedoch sind die Variationen zwischen den einzelnen Werten teils zu stark (R. $Hgl_{100}$), teils nicht genügend hervorgehoben ($V_1$, $O_1$, O : V). Diese Erscheinung erklärt sich aus dem Fehlen der älteren Jahrgänge bei den Böcken, während bei dem weiblichen Geschlecht Tiere aller Altersklassen von $3^1/_2$ Monaten bis zu 10 Jahren vorhanden sind; Kastraten standen nicht zur Verfügung. Im Gegensatz zu denjenigen Rassen, bei welchen das Geschlecht ausschließlich die Leistungsrichtung bestimmt, treten die Geschlechtsunterschiede im Blutbild der Karakuls nicht so kraß zutage. Um aber alle anderen als die sexuellen Unterschiede soweit als möglich auszuschalten, habe ich aus Tab. IV im besonderen Auszug nur gleichaltrige Tiere (1—5 Jahre) beider Geschlechter ausgewählt und zum Vergleich zusammengestellt*).

*) Sämtliche in dieser Arbeit angeführten Tabellen und Beispiele sind Auszüge aus den großen Haupttabellen, welche nicht im Druck erschienen, sondern handschriftlich im Tierzuchtinstitut Halle (Saale) deponiert sind.

Tabelle V (Geschlecht).

| Geschl. | | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O:V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ♂ | im Mittel | 9,28 | 31,23 | 59,16 | 29,98 | 54,86 | 1,893 | 11,44 | 12,38 | 39,17 | 2354 | 2163 | 9,335 |
| ♂ | Grenzwerte | 10,19 | 33,23 | 61,36 | 31,62 | 60,31 | 1,951 | 12,3 | 13,15 | 41,1 | 2495 | 2415 | 11,520 |
| | | 8,19 | 29,22 | 56,55 | 25,17 | 47,81 | 1,847 | 10,2 | 11,85 | 38,3 | 2267 | 1818 | 7,390 |
| ♀ | im Mittel | 8,37 | 30,24 | 57,78 | 26,43 | 48,38 | 1,911 | 9,94 | 11,88 | 39,28 | 2217 | 1902 | 9,856 |
| ♀ | Grenzwerte | 10,98 | 32,84 | 62,51 | 32,95 | 62,56 | 2,035 | 12,7 | 12,98 | 41,5 | 2465 | 2497 | 13,600 |
| | | 6,24 | 27,78 | 54,66 | 20,17 | 37,85 | 1,852 | 8,1 | 10,78 | 37,6 | 2091 | 1514 | 6,760 |

Die oberen und unteren Grenzwerte sind nicht für alle Faktoren von demselben Tier entnommen, sondern stellen ziffernmäßig die in der Gesamtreihe als höchste, bzw. als niedrigste festgestellten Werte dar und gehen in Anbetracht der verschiedenen Altersklassen zum Teil ineinander über; die Mittelwerte dagegen lassen die Überlegenheit des männlichen Geschlechts über das weibliche deutlich erkennen. Ein Faktor, welcher leider nicht auszuschalten war, ist der Umstand, daß die Böcke im Gegensatz zu den Müttern in Ställen gehalten werden, welche ihnen durch einen besonderen Vorbau dauernd freien Auslauf gewährten, und daß ferner zur Zeit der Untersuchungen die Muttertiere mitten oder fast am Ende der Winterstallfütterungsperiode standen, während die Blutproben der Böcke zu einer Zeit entnommen wurden, zu der diese eine längere Grünfutterperiode hinter sich hatten; die Hauptfütterung zur Zeit der Versuche bestand aus eingesäuerten Rübenköpfen und -blättern.

Nach Tab. V weisen die Böcke um etwa 10% höhere Erythrocytenzahlen auf als die weiblichen Tiere. Zum Vergleich scheinen mir die Ziffern Götzes geeignet zu sein. Nach seinen Feststellungen beläuft sich der Unterschied auf etwa 5% im Mittel der von ihm untersuchten Rassen. Diese Differenz ist zunächst wohl auf die günstigere Ernährungs- und Haltungsweise der männlichen Karakuls zurückzuführen, wird allerdings besonders klar durch die Berücksichtigung der großen Lebhaftigkeit und Beweglichkeit, welche gerade bei den Karakulböcken stärker ausgeprägt ist als bei anderen Rassen. (Götze hatte zu seinen Versuchen keine Karakulböcke zur Verfügung, sodaß meines Erachtens seine Vergleichsergebnisse ihren Zweck nur zum Teil erfüllen.) Neben der Erythrocytenzahl zeigt auch der dimensionale Charakter der roten Blutzellen deutliche, durch die Einwirkung des Geschlechts bedingte Unterschiede. Die aus meinen Untersuchungen sich ergebende Differenz von 0,99 $\mu^3$ für

$V_1$ deckt sich fast mit dem von Götze gefundenen Unterschied von 0,9 $\mu^3$, während nach meinen Befunden die Oberfläche des Einzelerythrocyten um 1,34 $\mu^2$ geringer ist als beim weiblichen Tier (nach Götze 1,20 $\mu^2$). Deutlicher noch machen sich die Unterschiede für $V_{100}$ und $O_{100}$ bemerkbar, indem das Volumen aller roten Blutzellen in 100 ccm Blut für die Böcke um 3,55 ccm und die dementsprechende Oberfläche um 6,48 qm größer erscheint als für die weiblichen Tiere. Ihren funktionellen Ausdruck findet die Volumen- und Oberflächenzunahme in der geringeren spezifischen Oberfläche der Böcke, welche mit 1,893 beträchtlich hinter der der Karakulmuttern zurückbleibt, was dem von Götze ermittelten Verlust von 0,2 fast gleichkommt. Die bislang bekanntesten Werte, R, $V_1$, $O_1$ und O : V, deuten auf eine relativ stark ausgeprägte Großzelligkeit der Böcke aller von ihm untersuchten Rassen hin. Hier tritt uns dieselbe Erscheinung entgegen, welche im Vergleich der Schafrassen schon das Charakteristikum schwerer mastfähiger Individuen bildete: große Blutzellen mit verhältnismäßig ungünstiger spezifischer Oberfläche, d. h. begrenztem Gasaustausch und als Folge eine erhöhte Neigung zu Fleisch- und Fettansatz. Allerdings handelt es sich bei diesen Befunden lediglich um sexuelle, bzw. im Vergleichfalle rassenanalytische Unterschiede, ohne daß eine kräftige Körperentwicklung individuell ohne weiteres in den zellulären Aufbau des Blutes eingreift. Immer deutlicher zeigt sich also die Wichtigkeit der spezifischen Oberfläche. Daneben ist von außerordentlicher Bedeutung für die Leistungsfähigkeit des Erythrocyten die Haemoglobindichte (D). Im Gegensatz zu Götzes Befunden ist sie in meiner Aufstellung bei den Böcken etwas geringer als bei den weiblichen Tieren. Dieser scheinbare Widerspruch ist damit begründet, daß nennenswerte Unterschiede sexuellen Ursprungs bei der Haemoglobindichte kaum auftreten; lassen sich in verschiedenen Fällen jedoch irgendwelche Differenzen feststellen, so zeigen sowohl die einzelnen Individuen als auch verschiedene Tierarten oft völlig entgegengesetzte Variationen. So fand Götze z. B. für die Haemoglobindichte beim Hengst, Bullen und Eber niedrigere Werte als bei den entsprechenden ♀-Tieren, während beim Schaf und der Ziege die Variationen im umgekehrten Sinne auftraten. Ich kann mich daher nicht entschließen, diese Schwankungen als generell anzusehen.

Analog dem höheren Erythrocytenvorrat der Böcke zeigt (s. Tab. V) die Haemoglobinmenge für 100 ccm Blut mit 13,1% Zuwachs (9,94—11,44) eine wesentliche Differenz zwischen beiden Geschlechtern. Da nach Götze der Unterschied nur 6,8% beträgt, scheint die günstigere Haltungsweise der Böcke auf den Haemoglobingehalt außerordentlich bestimmend gewesen zu sein. Der Haemoglobingehalt eines Erythrocyten erfuhr entsprechend der Zunahme von $Hgl_{100}$ und R mit 4% eine wesentlichere Erhöhung, als Götze eine solche mit nur knapp 3% feststellte.

Am auffälligsten treten die Geschlechtsunterschiede jedoch erst in Erscheinung bei der Betrachtung der Gesamtheit von Zellvolumen, -oberfläche und Leistungsfähigkeit von 100 ccm Blut. So war das Zellvolumen der genannten Blutmenge bei den männlichen Tieren um 3,55 ccm größer als bei den Muttertieren (nach Götze 2,2 ccm), während die Zelloberfläche desselben Blutquantums für die Böcke einen Mehrwert von 6,48 qm aufwies (nach Götze 3,5 qm). Der allgemeinen Überlegenheit des Blutbildes männlicher Tiere entsprechend ist die Haemoglobinoberfläche für 100 ccm mit einem Pluswert von 261 Hgl — $10^{-14}$ qm den Muttertieren weit voraus. Analog diesen Erscheinungen zeigt sich die wesentlich günstigere Beschaffenheit des Blutes der Böcke, wenn wir die zu untersuchende Blutmenge vergrößern, bzw. allgemein umfassende Werte zu bestimmen suchen. Eine Handhabe bietet sich hierfür in der Feststellung der Haemoglobinoberfläche der Blutmenge von 1000 g Lebendgewicht. Im Einklang mit der relativ großen Kraft- und Energieentfaltung und dem höheren Lebendgewicht männlicher Tiere muß entsprechend ihrer Grobzelligkeit, dem Haemoglobingehalt und zunehmender Haemoglobinoberfläche die Leistungsfähigkeit des Gesamtblutes eine wesentlich höhere sein als bei den Karakulmuttern. Ziffernmäßig ausgedrückt gibt die für 1000 g Lebendgewicht berechnete Haemoglobinoberfläche der Böcke in Höhe von 159,40 Hgl-qm einen wertvollen Aufschluß über die gewaltige Überlegenheit des männlichen über das weibliche Geschlecht, welches für diesen Faktor mit 136,19 Hgl-qm um etwa 14,5% hinter den Böcken zurücksteht.

Alle Momente dieser Beweisführung erbringen klar eine eindeutige Bestätigung der Beziehungen zwischen Blutausrüstung und Gesamtorganismus. Die kleinzelligere, spezifisch günstigere Zellorganisation erklärt den lebhaften Oxydationsprozeß bei kleinerer Statur und größerer Widerstandsfähigkeit der weiblichen Tiere, während die gröbere Zellstruktur des männlichen Körpers in Übereinstimmung mit der geringeren spezifischen Oberfläche und mit dem daher minder regen Gasaustausch nachhaltig die Leistungsfähigkeit wie die Kraft- und Energieentfaltung, und den wesentlich kräftigeren und schwereren Körperbau in Konstitution und Funktion beeinflußt. Daher ist es nicht zu verwundern, daß die zu diesen Feststellungen untersuchten Böcke bei zunehmender Erythrocytenzahl und gesteigertem Haemoglobingehalt mit 15,493% einen wesentlich höheren Trockensubstanzgehalt ergaben als die Muttertiere mit 13,666%. Dieses an Trockensubstanz reichere Blut besaß infolgedessen mit 1043,4 ein größeres spezifisches Gewicht, als das der weiblichen Tiere mit 1041,7. Diese Ziffern stehen in gutem Einklang zu den Befunden Becquerels und Rodiers[6]), welche auch beim Menschenblut entsprechend dem größeren Wassergehalt des Blutes der Frau ein höheres spezifisches Gewicht des Blutes des Mannes erkannten.

Die Überlegenheit des männlichen Geschlechts beim Karakul gegenüber dem weiblichen in bezug auf die Leukocytenzahl, welcher die Ziffern 9,856 und 9.335 Ausdruck verleihen, ergänzt meine früheren Feststellungen über die größere Widerstandsfähigkeit weiblicher Tiere, zum guten Teil basierend auf einem reichen Vorrat an farblosen Blutzellen. In demselben Sinne erkläre ich den überwiegenden Lymphocytengehalt weiblicher Karakuls gegenüber den Böcken, während die weitere Leukocytendifferenzierung keine bestimmten Anhaltspunkte für die Einwirkungen des Geschlechts auf das weiße Blutbild erbrachte.

### 3. Alter.

Die Tatsache, daß der Organismus von frühester Jugend an in seiner Entwicklung bis zur vollendeten Reife und darüber hinaus bis zum allmählichen Verfall mancherlei Wandlungen erfährt, läßt von vornherein Rückschlüsse auch auf die einzelnen, je nach Daseinszweck lebenswichtigen Organgruppen und Zellverbände zu. Das Blut, als maßgebender Faktor an Aufbau und Erhaltung des Organismus beteiligt, wird in den verschiedenen, für die Entwicklung ausschlaggebenden Lebensstadien ähnlichen Schwankungen unterworfen sein, wie etwa die Ausbildung von Knochengerüst oder Muskelgewebe. Bestätigungen dieser Annahme weist die Literatur in großer Anzahl auf. Daß, wie erwartet, auch die Karakuls den allgemeinen Gesetzen folgen, beweist nachstehende Tabelle.

Tabelle VI (Alter).

| Alter: | Anzahl | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O-V | $Hgl_{100}$ | Hgl | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^1/_2$ Monate | 4 | 11,05 | 26,91 | 52,86 | 29,71 | 58,36 | 1,964 | 9,83 | 8,89 | 33,73 | 1742 | 1924 | 13,935 |
| 1 Jahr | 6 | 9,80 | 29,21 | 56,41 | 29,15 | 56,24 | 1,932 | 11,39 | 11,40 | 39,15 | 2041 | 2202 | 10,418 |
| 2-4 Jahre | 20 | 8,68 | 30,20 | 58,05 | 29,44 | 50,30 | 1,923 | 10,34 | 11,96 | 39,44 | 2293 | 1982 | 9,989 |
| 5-7 „ | 17 | 6,63 | 31,31 | 58,90 | 20,69 | 38,59 | 1,882 | 8,07 | 12,28 | 39,26 | 2316 | 1522 | 9,160 |
| 8-10 „ | 7 | 5,84 | 33,99 | 62,57 | 19,84 | 36,51 | 1,847 | 7,59 | 13,03 | 38,32 | 2414 | 1399 | 7,476 |

An Hand der großen Reihe der Versuchstiere war es möglich, die in den verschiedenen Alters- und Entwicklungsstufen sich ergebenden Variationen einwandfrei festzustellen. Ganz allgemein vollzieht sich mit der Funktionstüchtigkeit des Körpers steigend und sinkend der Auf- bzw. der Abbau des energiespendenden und übertragenden Blutgewebes. Das Fehlen von Karakullämmern in den Götzeschen Arbeiten ist meines Erachtens ein wesentlicher Grund für die von ihm angegebene geringe Erythrocytenzahl. Diese große Anzahl roter Blutkörperchen bei den Lämmern, welche sich in ihrer oberen und unteren Grenze zwischen 12,13 und 10,01 Millionen hält, findet ihre natürliche Erklärung in der Notwendigkeit, im jugendlichen Organismus immer neue Körpersubstanz zu bilden.

Diese Höhe bleibt jedoch nur während der ersten Monate bestehen und sinkt schon im 7. und 8. Monat um etwa 9% von 11 auf 10 Millionen herab. Die sexuellen Unterschiede scheinen in frühester Jugend keinen Einfluß auf die Beschaffenheit des Blutbildes zu haben, wie ein Vergleich mit einem $3^1/_2$ Monate alten Bocklamm zeigte, welches in Erythrocytenzahl und Haemoglobingehalt noch um ein Geringes hinter den Mittelwerten der Zibbenlämmer zurückblieb. Da zur Zeit der Blutentnahme die Lämmer sich fast dauernd auf dem Hofe, das heißt also die wenigste Zeit im dumpfen Stalle, herumtummelten, führe ich zum Teil die auffällig hohe Erythrocytenzahl auch auf diesen Aufenthalt an frischer Luft zurück, welcher bei den Tieren bei einem gesteigerten Sauerstoffbedürfnis eine Erythrocytenanhäufung zur Folge hatte. Das allmähliche Sinken der Blutkörperchenzahl, welches sich unter Ausschaltung der jüngsten Altersklassen am deutlichsten bei den 2—4jährigen mit 8,682 und den 5—7jährigen mit 6,625 Millionen bemerkbar macht und mit zunehmendem Alter immer mehr in Erscheinung tritt, gibt einen Beweis für die innere Übereinstimmung zwischen abnehmender Funktionstüchtigkeit des alternden Körpers und vermindertem Erythrocytenvorrat. Während vor der vollends erlangten Geschlechtsreife die Erythrocytenzahl mit 9,80 Millionen (schwankend zwischen 9,23 bis 10,74) noch weit über dem Gesamtdurchschnitt der Rasse steht, und auch die auf der Höhe ihrer Lebensfunktionen stehenden 2—4jährigen Karakul-Muttern mit 8,68 Millionen (mit den Grenzwerten 6,63 und 10,98) das Mittel aller weiblichen Karakuls (8,399 Millionen) noch übertreffen (wobei zu beachten ist, daß der höchste Grenzwert dieser Gruppe mit 10,98 dem der Jährlinge mit 10,74 noch überlegen ist), zeigt die Zahl der roten Blutzellen der ältesten Tiere (8—10 Jahre) mit 5,837 Millionen gegenüber der Durchschnittsziffer eine Abnahme von fast 30%; die Grenzen liegen bei dieser ältesten Gruppe zwischen 5,43 und 6,13 Millionen. Ob die hohe Erythrocytenzahl der jüngsten Lämmer in Zusammenhang mit der gut gekräuselten, dem Körper dicht aufsitzenden Wolle zu bringen ist (Persianerfelle), mag dahingestellt sein.

In ähnlich deutlicher Weise, wie auf die Erythrocytenzahl, wirken sich die Altersunterschiede auf die Blutzelldimensionen aus. Die Mittelwerte der Erythrocyten-Längendurchmesser bewegen sich in den untersten und den obersten Altersstufen bei 4,788 μ und 5,143 μ in sehr weiten Grenzen. $V_1$ und $O_1$ zeigen daher mit zunehmendem Alter ein dauerndes Anwachsen und im Einklang mit den veränderten Lebensvorgängen einen Verlust an spezifischer Oberfläche. Während die jüngste Altersklasse mit einem mittleren Zellvolumen von 26,96 $\mu^3$ (Grenzwerte 25,89—27,90) und der äußerst günstigen spezifischen Oberfläche von 1,964 (als Mittel der Extremen 1,939 und 1,994) die in den ersten Anfangsstadien keimende Entwicklung erkennen läßt, verfügen die ältesten Jahrgänge entsprechend ihrer auf ein Minimum gesunkenen Lebensenergie nur noch

über eine sehr geringe spezifische Oberfläche von 1,847 (Grenzen 1,809 und 1,905), welche dem bis zur relativen Grobzelligkeit anwachsenden Volumen von 33,98 $\mu^3$ entspricht (als Durchschnittswert aus den Extremen 33,19 und 35,05). Auch die Karakuls bestätigen also das so oft auftretende Bild der Erlahmung von Funktionstüchtigkeit und Lebenskraft, bedingt durch gehemmten Gasaustausch infolge ungünstiger spezifischer Oberfläche bei verhältnismäßig stark betonter Grobzelligkeit. Entsprechend den geringeren Zelldimensionen und des günstigen Verhältnisses O : V, welches den jüngsten Tieren einen regen Gasaustausch gewährt, der für die Assimilationstätigkeit besonders angeregt sein muß, dessen Intensität jedoch noch relativ gering ist, zeigen die Lämmer eine nur schwache Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse.

In diesem Sinne spielt auch der Haemoglobingehalt bei den mittleren, das heißt auf der Höhe der Funktionstüchtigkeit stehenden Altersklassen mit 10,34—11,39 g eine wesentlich größere Rolle als bei den jüngsten (9,83 g) und den ältesten Generationen (7,59 g). Wenn also das Blut der Lämmer trotz seiner größeren Erythrocytenzahl in bezug auf den Haemoglobingehalt beträchtlich hinter dem der körperlich voll entwickelten Tiere mittleren Alters zurückbleibt, so bietet diese Erscheinung einen Beweis für die mangelhafte energieproduzierende Arbeit der geringen Blutfarbstoffmenge, welche ihrerseits wieder in dem relativ hohen Wassergehalt des Lämmerblutes begründet liegt. Diese Tatsache kommt im Trockensubstanzgehalt des Blutes der 3½ Monate alten weiblichen Lämmer zum Ausdruck, welcher mit 13,892% um etwa 1,5% hinter dem der 1jährigen Tiere gleichen Geschlechts (15,382%) zurückbleibt und auch bei den 2—4jährigen Muttern mit 13,978% noch übertroffen wird. Wollen wir von sexuellen Abweichungen absehen, so bietet die außerordentlich geringe, noch ein wenig unter dem Gesamtdurchschnitt (10,401 g) und damit im größten Mißverhältnis zu ihrer hohen Erythrocytenzahl stehende Haemoglobinmenge für 100 ccm Blut der Lämmer (9,825 g) einen treffenden Beweis für die ausgesprochene Zartzelligkeit (kleinzellig haemoglobinarm) dieser am Beginn ihrer Entwicklung stehenden Tiere. Aber gerade das erste Lebensjahr unterwirft das Blutbild erheblichen Schwankungen. So zeigen die im 7. Lebensmonat stehenden Bocklämmer mit einer Erythrocytenzahl von 10,125 (Grenzwerte 10,07—10,18) und einem Haemoglobingehalt von 11,100 g (Grenzwerte 10,9—11,3 g) schon eine wesentlich größere Annäherung an die Blutausrüstung der mitteljährigen Tiere als die um die Hälfte jüngeren Lämmer weiblichen Geschlechts. Wenn auch hier noch das Verhältnis von Erythrocytenzahl zu Haemoglobingehalt eine gewisse Haemoglobinarmut erkennen läßt, so zeigt sich bei der Betrachtung der Zelldimensionen $V_1 = 28{,}42\ \mu^3$ und der sich ergebenden Einbuße an spezifischer Oberfläche (1,940) ein zwar intensiverer Gasaustausch, als im früheren Stadium, welcher nunmehr aber auf Kosten der assimilatorischen Vorgänge die

Brennstoffversorgung des Körpers zugunsten der Neubildung von Körpersubstanz mehr denn früher beeinflußt. Systematisch betrachtet ist demnach die günstige spezifische Oberfläche in frühester Jugend notwendig, um dem relativ großen Sauerstoffbedürfnis der Atmungsorgane in möglichst schnellem Gasumsatz an der Austauschpforte, der Oberfläche, gerecht zu werden. Mit der stärker einsetzenden körperlichen Entwicklung beginnt die Substanzbildung (Fleisch, Knochen) immer mehr in den Vordergrund zu treten, die im Laufe der Zeit an die Atmosphäre gewöhnten Atmungsorgane überlassen den substanzbildenden Elementen erst in kleinerer, dann in allmählich gesteigerter Menge den zugeführten Sauerstoff; der Stoffwechselprozeß bleibt wohl in der gleichen Höhe bestehen, verlangt aber infolge seiner veränderten Aufgabe nicht mehr die bisherige Beschleunigung des Umsatzes und begnügt sich infolge dieser Verlangsamung der Verarbeitung mit einer geringeren spezifischen Oberfläche, welche nunmehr in der Lage ist, dem Blut und damit auch den einzelnen Geweben den zugeführten Sauerstoff in günstiger Verteilung zu liefern. Während beim Aufbau des Organismus nur ganz allmählich in Anpassung an Lebenslage und Funktionen eine Verkleinerung der spezifischen Oberfläche eintritt, nimmt sie nach Überschreitung der Lebenshöhe außerordentlich schnell zu; die Sauerstoffzufuhr und -verarbeitung wird in jeder Weise gehemmt, was in den höchsten Altersstadien den allmählichen senilen Verfall und schließlich wegen restlosen Versagens des Stoffwechsels (infolge völlig unzulänglicher spezifischer Oberfläche als Austauschpforte) und daraus resultierenden Gewebsschwächungen den Tod in wesentlichem Maße zur Folge hat.

Wie sehr in der Tat der Haemoglobingehalt von dem Grade der Sauerstoffversorgung, das heißt von der Größe der spezifischen Oberfläche abhängig ist, beweisen die Haemoglobinwerte der ältesten Jahrgänge. Den Alterseinfluß charakterisiert sehr treffend das 10jährige Mutterschaf 1/15, welches kurze Zeit nach der Blutentnahme infolge Altersschwäche aus der großen Herde entfernt werden mußte. Dieses Tier wies am Tage der Untersuchung folgende Werte auf: R = 5,76 Millionen, $Hgl_{100}$ = 7,5 g. $Hgl_1$ = 13,17, $V_1$ = 35,05, O : V = 1,80, D = 37,5, $L_{100}$ = 1369, Lkg = 100,9. Dazu sei bemerkt, daß dieses Schaf mit 41 kg noch in gutem Ernährungszustand war und irgendwelche pathologischen Veränderungen nicht aufwies.

Aus den Feststellungen über Haemoglobingehalt und spezifische Oberfläche im Verhältnis zur Erythrocytenzahl ging hervor, daß, wie zu erwarten war, die Haemoglobindichte bei den mitteljährigen Tieren (2—4 Jahre) mit 39,444 am höchsten ist.

Die große Haemoglobinarmut der Lämmer prägt sich in der geringen Haemoglobindichte von 33,725 aus, welche infolge des ausschlaggebenden Verhältnisses R : $Hgl_{100}$ hinter der der ältesten Karakuls (38,317) noch weit zurückbleibt.

Das Bürkersche Haemoglobinverteilungsgesetz, welches für die Blutfarbstoffverteilung auf die Oberfläche den konstanten Wert von $32 \cdot 10^{-12}$ g angibt, besteht für die Tiere mit voll erlangter Geschlechtsreife völlig zu Recht; dieser Wert ist jedoch für Jungvieh ausnahmslos um so geringer, je weiter die Tiere von abgeschlossener Entwicklung und vollendeter Reife entfernt sind. Im umgekehrten Sinne machte ich die gleiche Feststellung in bezug auf das Verhältnis von $Hgl_1 : Q$ (Quadrate der Durchmesser. Auch in diesem Punkte kann ich Bürkers Befunde nur insoweit bestätigen, als sie sich auf Tiere — also auch Karakuls — mittleren und höheren Alters beziehen; die Lämmer dagegen bleiben bei ihrer Haemoglobinarmut von dem diesbezüglichen Gesetz ausgeschlossen, da die Quadrate der Durchmesser in ihrem Quotienten im umgekehrten Verhältnis zu dem äußerst geringen Wert für Hgl eine höhere Norm ergeben, als sie sich im Haemoglobingehalt eines Erythrocyten darstellt. Entsprach z. B. bei den einjährigen Karakuls einem $Hgl_1$ von $11{,}39 \cdot 10^{-12}$ g ein Verhältnis $Hgl_1 : Q = 11{,}35$ oder bei den zweijährigen einem $Hgl_1$ von 11,69 ein Verhältnis $Hgl_1 : Q = 11{,}68$, so stand bei den 3½ Monate alten Zibbenlämmern einem $Hgl_1$ von $8{,}89 \cdot 10^{-12}$ g ein Quotient $Hgl_1 : Q = 10{,}95$ entgegen. Diese Beispiele lehren also, daß die jüngste Altersklasse (unter 1 Jahr) in ihren einzelnen Blutwerten nicht immer in den Rahmen allgemeiner Gesetze zu bringen ist, und daß im allgemeinen die Lämmer nur dann für das Durchschnittsergebnis zu werten sind, wenn gleichzeitig die Möglichkeit der Untersuchung ältester Tiere die Gelegenheit zum Ausgleich schafft.

Die Haemoglobinoberfläche für 100 ccm Blut ($L_{100}$) entspricht in jeder Beziehung den bisherigen Befunden. Analog dem hohen Haemoglobingehalt und der relativ günstigen Erythrocytenzahl der Jährlinge besitzt diese aus 6 Tieren bestehende Gruppe mit 2202 $Hgl \cdot 10^{14}$ qm (Grenzwerte 2037—2415) die größte Leistungsmöglichkeit, welche mit zunehmendem Alter, das heißt mit sinkender Erythrocyten- und Haemoglobinmenge sich allmählich immer mehr vermindert, sodaß sie in der ältesten Gruppe nur noch 1399 $Hgl \cdot 10^{14}$ qm beträgt (Extreme: 1313 bis 1459). Die allmählichen Übergänge kommen im folgenden zur Geltung:

| Alter | Anzahl | R | $Hgl_{100}$ | $L_{100}$ | Lkg |
|---|---|---|---|---|---|
| 3½ Monate | 4 | 11,045 | 9,825 | 1924,3 | 142,03 |
| 1 Jahr | 6 | 9,803 | 11,388 | 2201,8 | 166,03 |
| 2—4 Jahre | 20 | 8,682 | 10,341 | 1982,0 | 145,86 |
| 5—7 Jahre | 17 | 6,625 | 8,074 | 1522,0 | 123,34 |
| 8—10 Jahre | 7 | 5,837 | 7,589 | 1398,8 | 103,70 |

Der geringe Haemoglobingehalt der Lämmer bleibt, wie aus dieser Zusammenstellung ersichtlich, gleichfalls nicht ohne Auswirkung auf die

Haemoglobinoberfläche von 100 ccm Blut, welche mit 1924 Hgl . $10^{14}$ qm beträchtlich kleiner ist als die der einjährigen Karakuls. Im Einklang dazu steht die Leistungsfähigkeit der Blutmenge von 1000 g Lebendgewicht, deren höchster Wert (166 Hgl-qm) auch wieder bei den Jährlingen liegt, während er, von Stufe zu Stufe fallend (s. Tab.), bei den ältesten 10jährigen Tieren mit 103,7 Hgl-qm die Reihe beschließt; die Lämmer weisen entsprechend ihrer sonstigen Blutbeschaffenheit eine Haemoglobinoberfläche der auf 1000 g Lebendgewicht entfallenden Blutmenge von 142 Hgl-qm auf.

In gleicher Weise lassen spezifisches Gewicht und Trockensubstanzgehalt ihre Abhängigkeit vom Alter erkennen. Entsprechend der allgemein günstigeren Konstellation des Blutbildes stehen die Jährlinge mit einem spezifischen Gewicht von 1043,1 an der Spitze und verlieren mit zunehmendem Alter immer mehr. Der wechselnde Wert für spezifisches Gewicht und Trockenrückstand ergibt sich wie folgt:

| Alter | Anzahl | Spezifisches Gewicht | Trockensubstanzgehalt |
|---|---|---|---|
| ♀ 3½ Monate | 4 | 1042,7 | 13,892 |
| ♂ 7 Monate | 2 | 1045,8 | 19,268 |
| ♀ 1 Jahr | 6 | 1043,1 | 15,382 |
| ♀ 2—4 Jahre | 20 | 1041,6 | 13,978 |
| 5—7 Jahre | 17 | 1041,2 | 13,240 |
| ♀ 8—10 Jahre | 7 | 1039,9 | 12,336 |

Dieselbe Entwicklung zeigt also der Trockensubstanzgehalt, welcher bei den einjährigen Tieren seinen Höhepunkt mit 15,382% erreicht und in allmählichem Sinken bei der ältesten Gruppe nur noch 12,336% beträgt. Im Einklang zu seinem größeren Wassergehalt besitzt das Blut der 3½ Monate alten weiblichen Lämmer mit 1042,7 ein geringeres spezifisches Gewicht als die Jährlinge und zeigt sich auch mit einem Trockenrückstand von 13,892% diesen unterlegen. Wie aber schon erwähnt, sind gerade innerhalb des ersten Lebensjahres die Schwankungen relativ am höchsten, was u. a. auch darin zum Ausdruck kommt, daß entsprechend ihrem bei den jüngeren Lämmern gegenüber höheren Haemoglobingehalt die siebenmonatigen Bocklämmer sowohl mit einem spezifischen Gewicht von 1045,8, als auch mit ihrem Trockensubstanzgehalt von 19,268% allen anderen Altersklassen überlegen sind. Allgemein betrachtet folgt jedoch die Altersentwicklung des Blutbildes der Böcke denselben Richtlinien wie die der weiblichen Tiere.

Die Leukocytenmenge fällt parallel zur Erythrocytenzahl mit zunehmendem Alter, was aus dem folgenden ersichtlich wird:

| Alter | R | W |
|---|---|---|
| $3^1/_2$ Monate | 5,837 | 7,476 |
| 1 Jahr | 6,625 | 9,160 |
| 2—4 Jahre | 8,682 | 9,989 |
| 5—7 Jahre | 9,803 | 10,418 |
| 8—10 Jahre | 11,045 | 13,935 |

Dagegen ließ die Differenzierung der Leukocyten sichtbare Altersunterschiede nur bei den Lymphocyten erkennen, welche mit 62% bei den Lämmern und mit 52% bei den ältesten Tieren die obere und die untere Grenze fanden; das Sinken des Lymphocyten-Anteils vom höchsten zum niedrigsten Grenzwert ist jedoch keinem bestimmten Gesetz unterworfen, sondern geschieht sehr unregelmäßig. Im allgemeinen scheint mir auf das prozentuale Vorhandensein der einzelnen Leukocytenarten weniger das Alter, als vielmehr Witterung, Temperatur oder rein individuelle Veranlagung einflußreich zu sein; bestimmte Richtlinien ließen sich nicht feststellen. War aber im vorhergehenden die mangelnde Widerstandsfähigkeit der Lämmer gegen Infektionskrankheiten und ungünstige äußere Einflüsse betont worden, so muß es zunächst sonderbar anmuten, trotzdem eine so große Anzahl weißer Blutzellen vorzufinden, wodurch physiologisch entsprechend den Funktionen der Leukocyten doch gerade eine besonders stark ausgeprägte Widerstandsfähigkeit begründet sein sollte. Dies scheinbare Mißverhältnis kann ich nur als besondere Vorsehung der Natur erklären, welche durch große Leukocytenanreicherung bei den Lämmern den unerläßlichen Ausgleich zu ihrem relativ geringen Haemoglobingehalt schuf. Da nach Disselhorst[18]) die weißen Blutzellen (Phagocyten) imstande sind, in der Darmhöhle angesetztes hartes, unverdauliches Fett anzufressen und in feinsten Partikelchen verdauungslöslich in die Blutbahn abzuführen, halte ich es für möglich, daß die besonders reiche Leukocytenzahl der Lämmer in diesem Sinne verdauungsfördernd wirken soll. —

So ergeben also meine Befunde deutliche Alterseinflüsse, welche in allen Einzelheiten während der verschiedenen Altersklassen klar die Korrelation zwischen Blutausrüstung und Funktionstüchtigkeit erkennen lassen.

### 4. Haltungsweise.

Alle bislang angeführten Versuche ließen in ihren Ergebnissen schon mehr oder weniger Einflüsse der Haltungsweise auf das Blutbild der Karakuls erkennen, bzw. vermuten. Bei den Karakuls hielt ich die Einwirkungen des Weideganges um so eher für möglich, als gerade diese Rasse, von jeher an freie Aufzucht gewöhnt, in weit höherem Maße auf Weidefütterung eingestellt ist, als etwa unsere einheimischen Kulturrassen oder die englischen Fleischschafe. Zu diesem Zweck nahm ich von

einigen Tieren, welche schon bei der Untersuchung während der Winterstallfütterung berücksichtigt worden waren, erneut Blutproben, nachdem die Herde etwa 4 Monate auf der Weide gewesen war. Da mir aber während der Blutspezifizierung in Anlehnung an die Befunde von Marti[43]), Kronecker und Oerum[50]) der Gedanke kam, daß bei dem Einfluß der Weidehaltung auf das Blutbild der Karakuls neben der zweckmäßigeren Ernährung auch das intensive Licht und der Aufenthalt in frischer Luft einen beachtlichen Faktor darstellen könnten, untersuchte ich gleichzeitig einige Tiere des Institutsgartens Halle (Saale), deren Stallhaltung sich von der der Lettiner Schafe durch den schon erwähnten freien Auslauf vor den Ställen unterschied. Nachstehende Tabellen sollen die wesentlichen Wirkungen der verschiedenen Haltungsweisen demonstrieren, worin möglicherweise auch jahreszeitliche Schwankungen enthalten sind, da die Untersuchungen bei Stallhaltung im März und April, die bei Weidegang im August vorgenommen wurden. (Siehe Tabelle VII, Seite 44.)

Die in Tab. VII zusammengestellten Ergebnisse entstammen für je eine Stallfütterungs- und eine Weideperiode demselben Tier, lassen also eine genaue Trennung von Genotyp und Phaenotyp zu. Grundsätzlich wäre es das Gegebene, bei derartigen Vergleichen solche Tiere einander gegenüberzustellen, welche von Jugend auf ausschließlich die eine oder die andere Aufzuchtweise genossen haben. Da im vorliegenden die Weideperiode nur ein vorübergehendes Stadium darstellt, werden die Unterschiede sich nicht ganz in dem Maße markieren, wie bei den Arbeiten von Götze, welche in besonderem Grade die in der grundverschiedenen Aufzucht bedingten Ernährungsverhältnisse berücksichtigen. Die zweite Übersicht (Tab. VIII) dagegen stellt lediglich einen Vergleich dar, welcher um so schwieriger ist und daher auch nicht immer zum Ziel führte, als hierbei immer nur ein Tier der günstigeren Haltungsweise der entsprechenden Gesamtgruppe bei reiner Stallhaltung gegenübergestellt werden konnte, womit infolge unmöglicher Trennung von Genotypus und Phaenotypus möglicherweise die individuelle Veranlagung das entscheidende Wort spricht. Hinzu kommt, daß die Hallenser Karakuls während der Sommermonate ausgiebig mit frischem Grünfutter ernährt wurden, ein Umstand, welcher im Vergleich zu den im März und April untersuchten Stalltieren schon einer allmählichen Überleitung zur Weidefütterung entspricht.

Ein Blick auf Tab. VII läßt erkennen, wie außerordentlich einschneidende Änderungen seit der Umstellung von der Stall- zur Weidefütterung vor sich gegangen sind.

Die Ungunst der Lebensbedingungen bei reiner Stallhaltung im Gegensatz zum Weidegang kommt schon in der Erythrocytenzahl zum Ausdruck, welche nach der Weideperiode um 2,5—17% (im Mittel 7,9%)

## Tabelle VII.

### Reine Stallhaltung und Weidegang.

| Nr. | Haltungsweise | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O : V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W | Tr.-S. | Sp.-G. | Lkg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ♂ 218/17 | Stall | 5,79 | 33,23 | 63,31 | 19,24 | 36,66 | 1,905 | 7,7 | 13,22 | 39,8 | 2619 | 1459 | 7,830 | 8,955 | 1033,3 | 108,7 |
| | Weide | 6,99 | 34,43 | 64,37 | 23,74 | 44,99 | 1,873 | 9,8 | 14,07 | 40,7 | 2619 | 1831 | 7,960 | 11,248 | 1040,1 | 135,4 |
| ♀ 82/19 | Stall | 7,10 | 29,09 | 55,95 | 20,65 | 39,74 | 1,924 | 8,3 | 11,66 | 40,0 | 2238 | 1590 | 9,060 | 14,103 | 1041,5 | 107,5 |
| | Weide | 7,81 | 29,71 | 57,12 | 23,20 | 44,62 | 1,922 | 9,5 | 12,15 | 40,9 | 2336 | 1824 | 9,110 | 15,212 | 1044,2 | 134,5 |
| ♀ 178/20 | Stall | 6,96 | 30,07 | 57,08 | 20,93 | 39,73 | 1,898 | 8,1 | 11,63 | 38,6 | 2203 | 1543 | 8,330 | 11,535 | 1039,2 | 114,3 |
| | Weide | 7,38 | 29,72 | 56,48 | 21,93 | 41,68 | 1,900 | 8,7 | 11,78 | 39,6 | 2236 | 1640 | 9,710 | 14,029 | 1041,5 | 120,8 |
| ♀ 344/22 | Stall | 8,63 | 30,13 | 57,33 | 26,05 | 49,48 | 1,899 | 10,3 | 12,02 | 39,7 | 2276 | 1964 | 9,870 | 15,150 | 1044,4 | 144,8 |
| | Weide | 9,29 | 31,50 | 59,32 | 29,36 | 55,11 | 1,883 | 10,9 | 12,81 | 40,6 | 2408 | 2237 | 9,770 | 19,609 | 1047,5 | 166,5 |
| ♀ 529/23 | Stall | 8,88 | 29,37 | 57,33 | 26,08 | 50,91 | 1,952 | 10,2 | 11,52 | 39,2 | 2237 | 1995 | 8,540 | 12,448 | 1039,8 | 147,7 |
| | Weide | 9,52 | 29,37 | 55,84 | 27,96 | 53,16 | 1,901 | 11,6 | 12,22 | 41,6 | 2322 | 2211 | 10,030 | 15,515 | 1042,0 | 163,4 |
| ♀ 723/24 | Stall | 10,18 | 28,20 | 54,74 | 28,71 | 55,73 | 1,941 | 10,9 | 10,78 | 38,2 | 2091 | 2129 | 8,140 | 18,734 | 1048,8 | 156,3 |
| | Weide | 10,44 | 29,80 | 57,37 | 31,11 | 59,89 | 1,925 | 12,7 | 12,25 | 41,1 | 2358 | 2461 | 11,170 | 20,242 | 1050,7 | 180,3 |

## Tabelle VIII.

### Vergleich zwischen reiner Stallhaltung und solcher mit freiem Auslauf.

| Alter | Haltungsweise | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O : V | $Hgl_{100}$ | $Hgl_1$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | W | Tr.-S. | Sp.-G. | Lkg |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 Jahre | reine Stallhaltung | 5,94 | 34,39 | 62,44 | 20,43 | 37,10 | 1,816 | 7,7 | 13,08 | 38,0 | 2372 | 1410 | 8,080 | 13,604 | 1043,3 | 104,5 |
| | Stall m. fr. Auslauf | 6,29 | 35,14 | 63,20 | 22,10 | 39,75 | 1,798 | 8,2 | 13,02 | 37,1 | 2345 | 1475 | 6,380 | 13,249 | 1045,9 | 108,6 |
| 8 Jahre | reine Stallhaltung | 5,61 | 33,62 | 63,23 | 20,23 | 36,96 | 1,881 | 7,4 | 13,13 | 39,1 | 2519 | 1386 | 6,750 | 12,113 | 1038,5 | 102,8 |
| | Stall m. fr. Auslauf | 7,47 | 34,34 | 64,20 | 25,37 | 47,96 | 1,875 | 10,4 | 13,98 | 40,8 | 2619 | 1957 | 9,640 | 13,901 | 1041,7 | 144,5 |
| 4 Jahre | reine Stallhaltung | 8,00 | 30,91 | 58,94 | 24,71 | 47,11 | 1,908 | 9,7 | 12,14 | 39,2 | 2312 | 1851 | 10,900 | 12,191 | 1038,9 | 137,3 |
| | Stall m. fr. Auslauf | 9,29 | 30,18 | 55,98 | 28,04 | 53,16 | 1,921 | 11,8 | 12,73 | 42,1 | 2441 | 2238 | 12,390 | 17,476 | 1047,1 | 164,6 |
| 3 Jahre | reine Stallhaltung | 8,43 | 30,59 | 58,19 | 25,69 | 49,01 | 1,902 | 10,1 | 12,03 | 39,1 | 2283 | 1898 | 9,842 | 14,283 | 1042,1 | 138,6 |
| | Stall m. fr. Auslauf | 9,56 | 28,56 | 55,39 | 27,29 | 57,88 | 1,939 | 11,3 | 11,86 | 41,3 | 2318 | 2186 | 7,645 | 10,379 | 1037,8 | 157,5 |

zugenommen hat. Bei denjenigen Karakuls, welche von Anfang an im Gegensatz zu den Lettiner Stalltieren dauernd im Freien waren, fand ich 5,5—25% höhere Erythrocytenziffern als bei jenen. Daß gerade dieser dauernde Aufenthalt in frischer Luft und die damit gegebene größere Bewegungsmöglichkeit einen wesentlichen Faktor für die Beschaffenheit der Blutausrüstung darstellt, beweist deutlich der Befund an dem schon erwähnten altersschwachen 10jährigen Muttertier (am 21. April nach Halle überführt, s. Tab. VIII und S. 45), welches entsprechend seiner erst seit 4 Monaten veränderten Haltungsweise mit 5,1% die weitaus geringste Differenz des Erythrocytengehaltes aufweist.

Zahl der roten Blutzellen und Haemoglobingehalt für 100 ccm Blut gehören, wie schon des öfteren festgestellt, bei der Auswertung der Ergebnisse stets zusammen. Daher zeigt sowohl $Hgl_{100}$, als auch $Hgl_1$ eine wesentliche Steigerung bei den Weidetieren, deren oberste und unterste Grenzen bei 5,6 und 21%, bzw. bei 1,5 und 12% liegen. Veränderte, auf der Weide größeren Schwankungen unterworfene atmosphärische Verhältnisse erklären diese große Differenz ohne weiteres.

Gleichzeitig tritt eine Vergrößerung der dimensionalen Blutzellcharaktere ein, welche bei den einzelnen Erythrocyten für $V_1$ zwischen 2,1 und 5,4% und für $O_1$ zwischen 1,6 und 4,6% schwankt. Während ich bei diesen beiden Faktoren dieselbe Beobachtung machen konnte wie Götze, daß nämlich in einem Falle (178/20) $V_1$ und $O_1$ sich im Gegensatz zu den übrigen Versuchen verkleinerten, folgte aus der wesentlich gesteigerten Erythrocytenzahl der erwartete Zuwachs für $V_{100}$ und $O_{100}$, welche durchweg eine Steigerung mit 4,6—19%, bzw. 4,1—19% erfuhren. Die Tatsache, daß in dem genannten Einzelfall im Widerspruch zu den übrigen Befunden ein Volumen-Verlust auftrat, halte ich möglicherweise für einen pathologischen Vorgang, worin ich noch dadurch bestärkt wurde, daß das in Frage kommende 5jährige Mutterschaf 178/20 als einziges von den untersuchten Weidetieren keine Lebendgewichtzunahme zu verzeichnen hatte.

Die Rückwirkungen der Erhöhung dieser Werte auf die Haemoglobinoberfläche eines Erythrocyten, sowie auf die Leistungsfähigkeit von 100 ccm Blut stehen außer Frage. So stieg $L_1$ um 1,5—11%, während $L_{100}$ um 6,3—20% zunahm. Diese Differenzen vertiefen sich weiterhin bei der Betrachtung der Haemoglobinoberfläche des Blutes auf 1000 g Lebendgewicht, welche sich um 5,1—20% hob.

Die bis auf den Ausnahmefall allgemein konstatierte Verkleinerung der spezifischen Oberfläche bei den Weidetieren ist eine Folge der durch diese Haltungsweise hervorgerufenen relativen Grobzelligkeit, bei welcher die Zunahme der Oberfläche der Volumenvergrößerung nicht gleichkam. Will man also, was zweifellos eine gewisse Berechtigung hat, in der ausschließlichen Stallhaltung eine Vorbedingung zur Erzielung der Zartzellig-

keit erblicken, so bestärkt neben der maßgebenden Kleinzelligkeit eine relative Haemoglobinarmut der Stalltiere diese Annahme. Die praktische Erfahrung lehrt in unzähligen Beispielen, daß, abgesehen von Körperform und Leistung, Gesundheit und Widerstandsfähigkeit des Organismus wächst mit zielbewußter, abhärtender Aufzucht auf der Weide. Zeigt also die Stallhaltung gegenüber dem Weidegang eine allmähliche Verschlechterung des Blutbildes, welche bei kleinen haemoglobinarmen Erythrocyten fast an Zartzelligkeit erinnert, und bringt man diese Erscheinung in Beziehung zu Konstitution und Leistungsfähigkeit des Gesamtorganismus, so treten auch hier wieder die Wechselbeziehungen zwischen Körperform und Leistungsfähigkeit einerseits und Blutbeschaffenheit andererseits deutlich zutage.

Konnte schon bei früheren Betrachtungen festgestellt werden, daß sich die Zahl der roten und der weißen Blutkörperchen in der Regel in derselben Richtung bewegt, so bestätigt der Vergleich zwischen Stall- und Weidehaltung diese Beobachtung in vollem Umfange. Unter dem Einfluß der im Verhältnis zur Heufütterung bei Winterstallhaltung und möglicherweise auch infolge der Lichteinwirkung hat die Leukocytenzahl ganz erheblich zugenommen, was am deutlichsten bei den jüngsten, aufnahmefähigsten Tieren in Erscheinung tritt (1jährige + 27%, 2jährige + 15%) und bis zur ältesten Gruppe prozentual allmählich nachläßt (8jährige + 1,4%). Zunehmende Widerstandsfähigkeit durch praktische Aufzucht steht also auch in diesem Falle in engster Beziehung zur Leukocyten-Anreicherung. Da auch v. d. Malsburg eine Zunahme, bzw. Vergrößerung der quergestreiften Muskelfasern bei Weidegang feststellte, ist mein gleichsinniger Befund an roten und weißen Blutzellen eine Bestätigung des Vorhandenseins enger Beziehungen zwischen einzelnen Körpergeweben. In dieser Tatsache erblicke ich einen Beweis des Marchischen Gesetzes, wonach „bei ein und derselben Tierspezies der zelldimensionale Charakter einer Gewebeart dem aller anderen bis zu einem gewissen Grade entspricht".

In gleicher Weise wie bei den generellen Unterschieden bot auch hier die Leukocytendifferenzierung keine bestimmten Anhaltspunkte für die Schaffung fester Normen für die Variation der einzelnen Arten der weißen Blutzellen. Die wechselnde Ab- und Zunahme der neutrophilen Leukocyten, sowie der übrigen Arten deutet darauf hin, daß eine Kombination von allen möglichen Einflüssen und Wirkungen das weiße Blutbild dauernd zu beeinträchtigen scheint.

Nach der grundlegenden Verbesserung der Blutausrüstung unter dem weitgehenden Einfluß günstiger Ernährungs- und atmosphärischer Verhältnisse ist es daher nicht zu verwundern, daß der Wassergehalt des Blutes quantitativ außerordentlich vermindert wird, woraus dement-

sprechend eine wesentliche Erhöhung des Trockensubstanzgehaltes folgt. Dabei ist es meines Erachtens das im Grünfutter vorhandene Eiweiß, welches als Hauptfaktor die Steigerung des mittleren Trockensubstanzgehaltes der bei Stallfütterung untersuchten 6 Vergleichstiere von 13,484% auf 15,976% bei Weidegang bewirkt; analog diesem Vorgang ergab sich bei Weidefütterung eine beträchtliche Erhöhung des spezifischen Gewichts von 1041,2 auf 1044,5 (als Mittel der 6 Vergleichsschafe).

In der Gesamtheit betrachtet verdient demnach die Weidefütterung eine wesentlich günstigere Beurteilung als die Stallfütterung. Der praktische Tierzüchter möge aus solchen Beispielen ersehen, daß eine ausgesprochene Stallfütterung mit all ihren unliebsamen Folgen geeignet ist, Gesundheit und Widerstandsfähigkeit und damit das Leistungsvermögen des Tieres stets nur ungünstig zu beeinflussen. Da in meinen Untersuchungen, soweit sie in Tab. VII zusammengestellt sind, genotypische, in der Erbanlage begründete Unterschiede insofern ausgeschaltet werden konnten, als ich bei der Ermittlung der Einwirkungen von Stall- und Weidefütterung jedesmal dasselbe Tier verwendete und beide Befunde zum Vergleich gegenüberstellte, greife ich auf Tab. VIII zurück, welche, in Anbetracht der dabei nicht möglichen Trennung von Genotyp und Phaenotyp lückenhaft und teils auch voller Widersprüche, in der Mehrzahl der Versuche beweist, daß nicht nur eine reichliche und zweckmäßige Ernährung der Tiere für die Verbesserung des Blutbildes allein ausschlaggebend ist, sondern, daß die Bewegungsmöglichkeit im Verein mit dauernder Zufuhr von frischer Luft und Sauerstoff und der Einfluß intensiven Tageslichts Faktoren darstellen, deren Wichtigkeit für die gedeihliche Entwicklung des Individuums häufig noch viel zu wenig Beachtung geschenkt wird. Ist also nicht überall und zu jeder Zeit Gelegenheit zu ausgiebigem Weidegang geboten, so sollte doch der Forderung nach hohen, luftigen und hellen Stallungen weitestgehend entsprochen werden.

### 5. Lebendgewicht.

Ausgehend von der Behauptung v. d. Malsburgs, daß „innerhalb einer Tierspezies die gegebene Größe eine Funktion der Zellengröße" sei, versuchte schon Götze an Hand seiner großen Reihe von Versuchstieren Beziehungen zwischen Blutausrüstung und Lebendgewicht zu ermitteln. Im Prinzip beschränkte er sich allerdings darauf, in diesem Zusammenhang das Lebendgewicht als Rassemerkmal zu werten und von hier aus seine Betrachtungen anzustellen. Die lange Reihe der von ihm untersuchten Schafrassen, beginnend mit den kleinen schottischen Bergschafen (15 kg) und endend mit den schweren Hampshires (74 kg), zeigt, von Stufe zu Stufe der steigenden Gewichtszunahme folgend, ein allmähliches Anwachsen der Zellvolumina von 27,1 $\mu^3$ bis 34,3 $\mu^3$. In seiner Aufstellung nehmen die Karakuls insofern eine besondere Stellung ein, als sie bei

einem mittleren Gewicht von 29 kg mit 29,4 $\mu^3$ einen niedrigeren Volumenwert aufweisen als die Heidschnucken mit 31,0 $\mu^3$ bei 28 kg Lebendgewicht. Nach meinen Feststellungen erklärt sich diese Sonderstellung der Karakuls einmal aus dem quantitativ und qualitativ geringen Material Götzes an Karakuls und zweitens aus dem meines Erachtens zu hohen Volumenwert der von Götze untersuchten Heidschnucken, welche seiner eigenen Überzeugung nach als einwandfreies Versuchsmaterial nicht gelten konnten. Rassenanalytisch betrachtet passen sich dagegen meine Befunde an Karakuls gut in die Götzesche Aufstellung ein. Da ich zur Bestimmung des mittleren Lebendgewichts der Karakuls natürlicherweise die Lämmer (12—14 kg) ausschaltete, bildet das Gewicht der ausgewachsenen Tiere (d. h. unter Einschluß der Jährlinge bis zum 10. Jahre) mit 46,5 kg*) einen harmonischen Übergang von den Heidschnucken mit 28 kg bei einem mittleren Zellvolumen von 31,0 $\mu^3$ zu den württembergischen veredelten Landschafen mit 55 kg Gewicht und einem Volumen von 31,2 $\mu^3$, da folgerichtig für die Karakuls auch zur Errechnung des mittleren Volumens die Lämmer unberücksichtigt blieben, woraus für $V_1$ der Wert von 31,16 $\mu^3$ resultierte. In bezug auf Tierart und Rasse scheint mir demnach die eingangs dieses Kapitels erwähnte Feststellung v. d. Malsburgs keiner weiteren Nachprüfung zu bedürfen. Anders dagegen, und damit greife ich eine von Götze gegebene Anregung auf, scheint es um die Beziehungen zwischen Blutzellvolumen und den individuell verschiedenen Lebendgewichtsangaben innerhalb einer Rasse zu stehen. In der Prüfung dieser Frage ergab sich folgende Aufstellung, welche, um Geschlechtsunterschiede von vornherein auszuschalten, lediglich aus der Zahl der weiblichen Tiere und nur nach Gewichtsunterschieden gewählt wurde:

Tabelle IXa.

| Nr. | Lbgew. kg | R | $V_1$ | $O_{100}$ | $Hgl_{100}$ | $L_{100}$ | W |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. Lamm 25 | 13 | 10,01 | 27,90 | 54,18 | 8,9 | 1728 | 11,870 |
| 2. Lamm 25 | 14,5 | 11,74 | 27,55 | 63,10 | 10,6 | 2063 | 13,000 |
| 723/24 | 23 | 10,18 | 28,20 | 55,73 | 10,9 | 2129 | 8,140 |
| 497/23 | 25,5 | 9,33 | 28,82 | 54,72 | 10,7 | 2170 | 10,930 |
| 534/23 | 35 | 10,14 | 29,09 | 57,00 | 11,9 | 2302 | 6,760 |
| 529/23 | 44,5 | 8,88 | 29,37 | 50,91 | 10,2 | 1995 | 8,540 |
| 131/20 | 48,5 | 7,34 | 29,85 | 42,12 | 8,1 | 1748 | 12,820 |
| 33/18 | 51 | 6,49 | 32,33 | 36,68 | 8,0 | 1411 | 7,820 |

*) Unter Einbeziehung der Lämmer würde sich als mittleres Lebendgewicht der Lämmer ein Wert von 37,5 kg bei einem Volumendurchschnitt von 30,4 $\mu^3$ ergeben. Auch diese Ziffern ließen sich in den Rahmen der Götzeschen Tabelle einfügen (Breitschwanzschafe 27 kg: $V_1 = 38.9\ \mu^3$ — Elektoralmerinos 43 kg: $V_1 = 31.3\ \mu^3$), sind aber für die Größenbestimmung der Karakuls unbrauchbar und sollen lediglich als ergänzender Vergleich dienen.

Trotzdem diese Tab. IXa den Anschein erwecken kann, daß auch die gegebene Körpergröße des Einzelindividuums eine Funktion der Zellengröße ist, beweist die Tab. IXb, daß eine derartige Behauptung den Tatsachen zuwiderlaufen würde:

Tabelle IXb.

| Nr. | Lbgew. kg | R | $V_1$ | $O_1$ |
|---|---|---|---|---|
| ♀ 70/19 | 24,5 | 6,99 | 31,27 | 58,91 |
| ♀ 178/20 | 45 | 6,96 | 30,07 | 57,08 |
| ♀ 379/22 | 35 | 7,19 | 30,74 | 57,94 |
| ♀ 1/15 | 41 | 5,76 | 35,05 | 63,42 |
| ♀ 33/18 | 51 | 6,49 | 32,33 | 59,60 |

Diese beiden Tabellen werden getrennt wiedergegeben, um zu zeigen, wie leicht voreilige und falsche Rückschlüsse aus der Betrachtung einer nur geringen Reihe von Versuchstieren entspringen können. — Die Angaben lassen deutlich erkennen, daß nirgends ein direkter Zusammenhang zwischen Gewicht und den einzelnen Blutwerten besteht, sondern daß lediglich Altersunterschiede mit wachsender oder abnehmender Funktionstüchtigkeit des Tieres aus der Verschiebung des Blutbildes sichtbar werden. Sobald jedoch eine Lebendgewichtszunahme ein und desselben Individuums auf Haltung und Ernährung zurückzuführen ist, ergeben sich auch die bekannten Korrelationen:

Tabelle X.

Lebendgewichtszunahme bei Weidegang*).

| Nr. | Haltungsweise: | Lbgew. kg | R | $V_1$ | $O_{100}$ | $Hgl_{100}$ | $L_{100}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ♀ 723/24 | Stall | 23 | 10,18 | 28,20 | 55,73 | 10,9 | 2129 |
| | Weide | 26,5 | 10,44 | 29,80 | 59,89 | 12,7 | 2461 |
| ♀ 344/22 | Stall | 25,5 | 8,63 | 30,18 | 49,48 | 10,3 | 1964 |
| | Weide | 31 | 9,29 | 31,50 | 55,11 | 10,9 | 2237 |
| ♀ 82/19 | Stall | 43 | 7,10 | 29,09 | 39,74 | 8,3 | 1590 |
| | Weide | 43,5 | 7,80 | 29,71 | 44,62 | 9,5 | 1824 |
| ♀ 218/17 | Stall | 36 | 5,79 | 33,23 | 36,66 | 7,7 | 2619 |
| | Weide | 38 | 6,99 | 34,43 | 44,99 | 9,8 | 2619 |

Außer den individuellen Unterschieden, welche auch diese Aufstellung nicht zu verdecken vermag, zeigt die Tab. X im Gegensatz zu IX ein stetes Anwachsen der aufgeführten Blutwerte, sobald die entsprechende Gewichtszunahme desselben Tieres, d. h. also bei genotypisch völlig gleicher Veranlagung, nur durch die Haltungsweise und Ernährung be-

*) Höchstwahrscheinlich handelt es sich bei dieser Volumenzunahme nicht nur um Haltungs-, sondern auch um Entwicklungseinflüsse.

dingt wird. Sollten aber auch in diesem Falle die rein individuellen Eigenschaften der verschiedenen Versuchstiere ausgeschaltet werden, so müßte die Steigerung der einzelnen Faktoren jedesmal der jeweiligen Gewichtszunahme entsprechen. Ein Blick auf die Tab. X lehrt, daß diese Annahme lediglich für $V_1$ zutrifft. Während die Steigerung der Erythrocytenzahl, des Haemoglobingehalts, sowie der übrigen angegebenen Werte in keinem Falle in einem bestimmten Verhältnis zur Gewichtszunahme stehen, verhält sich die Volumenvergrößerung zur Lebendgewichtszunahme folgendermaßen:

1. Tier: Gewichtszunahme 3,5 kg — Volumenvergrößerung 5,3%,
2. Tier: Gewichtszunahme 5,5 kg — Volumenvergrößerung 4,3%,
3. Tier: Gewichtszunahme 0,5 kg — Volumenvergrößerung 2,1%,
4. Tier: Gewichtszunahme 2,0 kg — Volumenvergrößerung 3,4%,

wobei zu berücksichtigen ist, daß bei dem einjährigen Tier, d. h. vor restlos abgeschlossener Entwicklung und vor völlig erlangter Geschlechtsreife, die Volumenvergrößerung im Vergleich zur Lebendgewichtszunahme wesentlich höheren Schwankungen unterworfen ist, als beim ausgewachsenen Tier.

Aus diesen Befunden geht folgendes hervor: Innerhalb der Karakulrasse bestehen keine gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dem Lebendgewicht und dem Blutbild mit seinen Einzelbestandteilen. Die einzige Korrelation dieser Art findet sich in dem Verhältnis von Lebendgewicht zu Volumen der roten Blutzelle, indem Zuwachs an Lebendgewicht und Vergrößerung des Blutzellvolumens einander parallel laufen, vorausgesetzt, daß die Ergebnisse der zu vergleichenden Versuche auf übereinstimmender genotypischer Veranlagung basieren. Sollten sich jedoch darüber hinaus Scheinbeziehungen zwischen Körpergewicht und Blutausrüstung ergeben, so ist sofort zu prüfen, ob nicht besondere Einflüsse, wie Alter, Geschlecht oder individueller Charakter, den eigentlichen Grund dieser Erscheinung bilden. An Hand meiner Untersuchungen glaube ich mich zu der Feststellung berechtigt, daß das Lebendgewicht des Einzeltieres sehr wohl durch die Zellengröße bestimmt werden kann, daß aber weitergehende direkte Beziehungen zwischen Gewicht und Blutausrüstung nicht vorhanden sind. Selbst die Tiere gleichen Geschlechts und gleichen Alters stehen in bezug auf Lebendgewicht und Volumen häufig im umgekehrten Verhältnis zueinander, sodaß ein allgemeiner, für die gesamte Rasse geltender Einfluß des Lebendgewichts nicht besteht.

### 6. Trächtigkeit.

Schon des öfteren ergab sich im Rahmen der Blutuntersuchungen die Frage, ob und wieweit neben den Einflüssen von Geschlecht, Haltungsweise und Alter auch die Trächtigkeit in der Lage wäre, besondere Veränderungen innerhalb des Blutbildes hervorzurufen. Denken wir an die

periodische Vermehrung der roten Blutkörperchen nach Beendigung der Nachtruhe oder an die Erythrocytenabnahme bei den Wassergehalt des Körpers vermehrenden Einflüssen, so werden wir zu der Vermutung gelangen, daß auch die durch die Schwangerschaft hervorgerufenen sekundären Zellreizungen nicht ohne Einwirkung auf die Beschaffenheit des Blutes bleiben können. Während Boruttau[11]) beim Menschen während der Schwangerschaft insbesondere gegen Ende derselben eine Erhöhung der Erythrocytenzahl feststellte, bemerkten eine ganze Reihe neuerer Autoren, unter ihnen am Institut Halle (Saale) in jüngster Zeit Richter an Rindern und Kleeberg[34]) an Schafen, ein allmähliches Sinken der Erythrocytenzahl während der Gravidität. Die eigenen Untersuchungen erstrecken sich auf die erste Hälfte der Gravidität, und zwar auf solche Tiere, deren Blutausrüstung mir schon aus früheren Untersuchungen (März und April) bekannt war. In kurzer Übersicht folgen einige Resultate, welche der diesbezüglichen Haupttabelle IV entnommen sind:

Tabelle XI.

Trächtigkeitsstadien:

| Nr. | Stadium | R | $V_1$ | $O_1$ | $V_{100}$ | $O_{100}$ | O:V | $Hgl_{100}$ | D | $L_1$ | $L_{100}$ | Sp.-G. | Tr.-S. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 319 22 | norm. | 9,74 | 28,64 | 55,32 | 27,90 | 53,88 | 1,932 | 11,6 | 41,7 | 2368 | 2247 | 1035,1 | 8,678 |
| | 2. W. | 9,60 | 29,48 | 56,65 | 28,30 | 54,38 | 1,922 | 11,1 | 39,3 | 2226 | 2133 | 1039,2 | 13,611 |
| 386 22 | norm. | 9,37 | 28,48 | 55,46 | 26,68 | 51,97 | 1,947 | 10,9 | 40,9 | 2268 | 2125 | 1036,4 | 12,081 |
| | 3. W. | 9,13 | 29,52 | 56,76 | 26,95 | 51,82 | 1,923 | 10,4 | 38,6 | 2189 | 2000 | 1038,5 | 9,473 |
| 106 20 | norm. | 6,24 | 32,43 | 60,65 | 20,24 | 37,85 | 1,870 | 8,1 | 40,0 | 2426 | 1514 | 1043,4 | 14,409 |
| | 5. W. | 6,09 | 33,23 | 61,36 | 20,24 | 37,37 | 1,847 | 7,8 | 38,6 | 2368 | 1452 | 1043,0 | 13,361 |
| 242 21 | norm. | 10,21 | 29,95 | 57,28 | 30,58 | 58,47 | 1,913 | 11,9 | 38,8 | 2222 | 2269 | 1032,3 | 9,120 |
| | 7. W. | 9,90 | 30,94 | 58,63 | 30,63 | 58,04 | 1,895 | 11,4 | 37,2 | 2181 | 2159 | 1038,5 | 8,085 |

Aus diesen 4 Versuchen ergibt sich schon eine deutlich ungünstigere Beschaffenheit des Blutbildes der trächtigen Tiere. — Der bei Tier Nr. 1 erheblich höhere Trockensubstanzgehalt erklärt sich erstens aus der unmittelbar vorausgegangenen eiweißreichen Grünfütterung, welche auch hier wieder ihre Vorteile gegenüber der Trockenfütterung beweist, und zweitens aus der erst seit kurzem eingetretenen Gravidität, denn die Aufstellung läßt klar erkennen, daß die Wirkungen der Trächtigkeit in ihren späteren Stadien erheblich stärker in Erscheinung treten. Soweit auch in der Haupttabelle derartige Unstimmigkeiten auftreten, wie in dem genannten Falle, liegt der Grund also lediglich in den Nachwirkungen der Grünfütterung.

Die Erythrocytenzahl zeigt mit steigender Trächtigkeit ein auffallendes Sinken. Ließ schon in der 2. Woche die Zahl der roten Blutkörperchen um 1,5% nach, so betrug diese Differenz in der 3. Woche schon 2,6%, um

in der 7. Woche auf 3,1% anzuwachsen. Der Foetus entzieht dem mütterlichen Organismus Material, wodurch die sekundäre Reizung aller Zellverbände, auch des blutbildenden Apparates, entsteht, welche sich in einer offensichtlichen Vergrößerung des Zellvolumens und der -oberfläche auswirkt, welche mit 2,5—3,6%, bzw. 1,1—2,4% in Erscheinung trat, wobei jedoch die Zunahme an Volumen und Oberfläche zu der jeweiligen Dauer der Gravidität in keinem bestimmten Verhältnis stand.

Erythrocytenzahl und Haemoglobingehalt bewegen sich auch während der Trächtigkeit in gleicher Richtung, wie das Sinken von $Hgl_{100}$ um 3,7—4.5% beweist. Um dem Material- und Nahrungsentzug durch den Embryo und damit einer Schwächung der Konstitution und Gesundheit des Muttertieres möglichst entgegenzuarbeiten, ist es unerläßlich, zu der sinkenden Erythrocytenmenge und dem nachlassenden Haemoglobingehalt einen Ausgleich zu schaffen, indem die sauerstoffübertragende Oberfläche in möglichst großem Umfang zu erhalten ist. Daß dies der Natur nicht in vollem Maße gelungen ist, beweist die Haemoglobinoberfläche sowohl der einzelnen Erythrocyten als auch der in 100 ccm Blut, welch letzterer Wert um 4.9—6% hinter dem des Normalstadiums zurücksteht. Die vergrößerten Blutzellen und damit in Gemeinschaft eine die Trächtigkeit charakterisierende relative Haemoglobinarmut, welche jedoch nicht so ausgeprägt ist, wie bei einer ausgesprochenen Zartzelligkeit, geben im Zusammenhang mit der ungünstigeren spezifischen Oberfläche und der etwas gesunkenen Haemoglobindichte der ganzen Zellkonstruktion das Gepräge einer gewissen Grobzelligkeit. Stumpfes, allerdings leicht reizbares Wesen, sowie eine allgemeine Körperträgheit gelten als die den beobachteten Veränderungen des histologischen Blutgefüges entsprechenden charakteristischen Merkmale beginnender Gravidität.

Zwischen der Steigerung des spezifischen Gewichts und dem Rückgang des Trockensubstanzgehaltes scheint zunächst ein gewisser Widerspruch zu bestehen. Während das Sinken des Trockenrückstandes ohne weiteres durch die Haemoglobinverminderung verständlich wird, glaube ich, daß im Gegensatz zum Blutfarbstoff alle übrigen festen Bestandteile des Blutes zur Bildung neuer Körpersubstanz, d. h. des Embryos, eine Steigerung ihrer Prozentanteile am Gesamtblut erfahren und daraus die Zunahme des spezifischen Gewichts herrührt. Ich halte diese Ansicht umsomehr für berechtigt, als nach Richter bei den Rindern unmittelbar nach dem Kalben ein starker Rückgang des spezifischen Gewichtes eintritt, nachdem also mit der Geburt des Jungen die Notwendigkeit, neue, selbständige Substanz zu bilden, ausgeschaltet ist. Die Tatsache, daß die Muttertiere direkt nach dem Kalben einen auffällig niedrigen Haemoglobin- und gleichzeitig einen geringen Trockensubstanzgehalt aufwiesen (Richter), bestätigt weiterhin meine Annahme, daß das Sinken der Haemoglobinmenge während der Trächtigkeit den Verlust an Trockensubstanz verschuldet. —

Die Gravidität schafft zum ersten Male während meiner gesamten Untersuchungen für alle Leukocytenarten fast annähernd feste Normen für die Variationen innerhalb des weißen Blutbildes. Bietet die auch hierbei auftretende Erscheinung, daß Erythrocyten- und Leukocytenzahl parallel zueinander fallen, an und für sich nichts Neues, so beweist die Spezifizierung der weißen Blutkörperchen, daß die gesamte Einbuße an Leukocyten auf Kosten der Lymphocyten und Neutrophilen vor sich geht.

| Nr. | Stadium | W | Ly | M | N | E | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 257/17 | normal | 9,640 | 54,4 | 5,0 | 33,9 | 6,7 | 1,0 |
| | 2. Woche | 8,790 | 49,7 | 7,5 | 30,2 | 11,7 | 0,9 |
| 271/18 | normal | 7,150 | 49,8 | 9,6 | 31,0 | 8,8 | 0,8 |
| | 5. Woche | 7,080 | 50,2 | 7,0 | 28,7 | 13,3 | 0,8 |
| 78/19 | normal | 8,630 | 50,4 | 6,4 | 35,8 | 6,5 | 0,9 |
| | 7. Woche | 8,470 | 51,4 | 6,8 | 29,5 | 11,4 | 0,9 |
| 106/20 | normal | 8,990 | 52,2 | 6,1 | 33,1 | 7,9 | 0,7 |
| | 5. Woche | 8,320 | 51,0 | 7,3 | 30,8 | 10,1 | 0,8 |
| 242/21 | normal | 13,140 | 55,9 | 7,2 | 26,6 | 9,5 | 0,8 |
| | 7. Woche | 11,350 | 53,1 | 7,9 | 28,0 | 10,3 | 0,7 |
| 369/21 | normal | 12,390 | 55,5 | 6,3 | 33,6 | 4,0 | 0,6 |
| | 2. Woche | 11,430 | 51,0 | 7,2 | 30,3 | 10,5 | 1,0 |
| 386/22 | normal | 6,350 | 52,0 | 4,8 | 33,7 | 8,9 | 0,6 |
| | 3. Woche | 6,170 | 50,6 | 6,5 | 28,3 | 14,0 | 0,6 |
| 319/22 | normal | 8,940 | 53,4 | 5,9 | 31,8 | 8,4 | 0,5 |
| | 2. Woche | 8,720 | 50,8 | 7,0 | 29,2 | 12,4 | 0,6 |

Nur in 2 Fällen ergab sich eine geringe Zunahme an Lymphocyten (271/18 und 78/19) von 0,9%, und nur in einem Falle (242/21) wuchs der Anteil der Neutrophilen um 1,4%, in allen übrigen Untersuchungen dagegen gingen die ersteren im Mittel um 2,9% und die letzteren um fast 4% zurück. Den Hauptvorteil aus diesen Verlusten zogen die Eosinophilen, während sie bei sämtlichen untersuchten trächtigen Tieren einen mittleren Zuwachs von 8,2% erfuhren; einen geringen Gewinn verzeichneten ferner die Monocyten mit 1,2% und die Basophilen (Mastzellen) mit 0,05%. Es zeigt sich bei den Einwirkungen der Gravidität auf das weiße Blutbild die gleiche Erscheinung, welche uns auch bei der beobachteten Senkung der Erythrocytenzahl entgegentrat. Das Knochenmark sowie die Lymphknoten und lymphatischen Verbindungen (Milz) werden als blutbildende Organe in stärkster Weise herangezogen und gezwungen, da sie den sich entwickelnden Foetus gleichzeitig zu versorgen haben, ihre Produktion auf zwei Organismen zu gleicher Zeit zu verteilen. Dadurch werden für den Nahrungsentzug durch den Embryo naturgemäß die am meisten vorhandenen Lymphocyten und Neutrophilen die breiteste An-

griffsbasis bieten, während die übrigen Leukocyten die so entstehenden Lücken aufzufüllen haben. Auch in der Schwangerschaft erfüllen die Leukocyten einen doppelten Zweck: Sie sollen erstens die in die Blutbahn eindringenden Spaltpilze, krankheitserregende Bakterien, vernichten und spielen zweitens für die physiologischen Vorgänge im Organismus, insbesondere für die Fettverdauung eine wichtige Rolle. Als dem Hauptbestandteil der weißen Blutzellen fallen diese Funktionen in erster Linie den Lymphocyten zu, deren Sinken während der Trächtigkeit damit eine mangelnde Widerstandsfähigkeit trächtiger Tiere gegen äußere Einflüsse, wie Infektionskrankheiten zur Folge hat. Interessant ist es jedoch zu beobachten, mit welcher Vorsorge die Natur an den Stellen eingreift, wo es gilt, den geschwächten und für Krankheiten besonders empfänglichen Körper vor einer Krise zu bewahren. Bei der den mütterlichen Organismus in hohem Grade angreifenden Geburt zeigt sich plötzlich eine bedeutende Anreicherung an Leukocyten und damit auch starke Lymphocytenzunahme. Nach Abstoßung der Frucht steigern, unter allgemeiner Erhöhung der Körpertemperatur anschwellend, Lymphknoten und Milz ihre Leukocytenproduktion ganz erheblich, und es kommen nunmehr die weißen Blutkörperchen in ihrer Gesamtheit ausschließlich dem mütterlichen Organismus zugute und bilden somit zur Erhaltung und zum Schutze des angegriffenen Körpers des Muttertieres einen wesentlichen Ausgleich zu dem stark herabgesetzten Haemoglobingehalt. —

Somit glaube ich die Veränderungen, welchen die Blutausrüstung unter dem Einfluß der Trächtigkeit ausgesetzt ist, an Hand meiner Versuche und Ergebnisse zwanglos erklärt zu haben.

### 7. Konstitution, Widerstandsfähigkeit und individueller Charakter.

Im Gegensatz zu den weitgreifenden Ausführungen Götzes gründen sich meine Feststellungen lediglich auf die Kenntnis des Blutbildes einer Rasse, der bucharischen Karakul-Schafe. Folgerichtig wird durch diesen enger begrenzenden Rahmen die Ausführlichkeit und Gründlichkeit der diesbezüglichen Erörterungen wesentlich gefördert werden.

Nehmen wir die bekannte Einteilung in fein-, grob- und zartzellige Organismen zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen, so bieten zunächst entsprechend ihrer Statur die Karakuls das Bild einer klein- bis mittelgroß organisierten Rasse, welche vor allem über einen relativ hohen Haemoglobingehalt verfügt und damit, auf Grund ihrer kleinen, spezifisch reich ausgerüsteten Erythrocyten, innerhalb der Schafrassen den Eindruck einer relativ feinzelligen Organisation erweckt. Die verhältnismäßig geringe Zahl der roten Blutkörperchen läßt jedoch erkennen, daß die günstigste Kombination — erythrocytenreich, kleinzellig, haemoglobinreich (Ziege) — infolge mangelnden Reichtums an roten Blutkörperchen

nicht erreicht wird. In ähnlicher Weise wie bei der Ziege entspricht der kleinzellige Aufbau des Blutbildes der Karakuls der mangelnden Fähigkeit des Fett- und Fleischansatzes, sowie einem die Rasse als Steppen- und Gebirgstier charakterisierenden lebhaften Temperament und großer Widerstandsfähigkeit; die geringe Erythrocytenzahl kommt jedoch rein äußerlich in der minimalen produktiven Nutzungsmöglichkeit der Karakuls zum Ausdruck. In Übereinstimmung mit der mittleren Größe der Karakul-Erythrocyten steht die nur an einer prädisponierten Stelle, am Schwanz, außerordentlich starke Fettablagerung. Jedoch nicht bei allen Tieren zeigte sich eine gleiche Veranlagung für diese Fettbildung. Das lebhaftere Temperament der Karakuls, bedingt in hohem Haemoglobingehalt und günstiger spezifischer Oberfläche, fördert zwar einen regen Gasaustausch, verhindert aber einen allgemeinen Fettansatz am ganzen Körper; allein das bei den Fettschwanzschafen besonders am Schwanz dieser Tiere bedeutend entwickelte Unterhautfettgewebe ist in der Lage, das im Blute in feinstverteiltem Zustande, der Emulsion, vorhandene Fett aufzunehmen und aufzuspeichern*).

Die bislang angegebenen Ausführungen beweisen, wie weit besondere Einflüsse in der Lage sind, in engster Harmonie mit der Änderung von Konstitution und Widerstandsfähigkeit die Zusammensetzung des Blutbildes in ihrem morphologischen Bau und physiologischen Eigenschaften, wie biologischen Lebensäußerungen grundlegend zu ändern. Zunächst bietet uns die Haltungsweise einen deutlichen Beweis für die Einwirkung äußerer Einflüsse auf die Blutausrüstung der Karakuls. Vorausgeschickt sei, daß wir bei der Beurteilung der dimensionalen Zellorganisation einer Rasse nur immer den relativen Maßstab anlegen können. Die Überlegenheit der Weidefütterung, welche sich insbesondere auf dimensionale Zellcharaktere, wie auf Erythrocytenzahl, Haemoglobingehalt und Haemoglobinoberfläche auswirkt, entspricht schon bei den untersuchten Tieren, also solchen, die nur vorübergehend, der Jahreszeit angemessen, auf der Weide gehalten wurden, einer allgemeinen Kräftigung der Konstitution und einer Zunahme an Lebendgewicht. Wachsendes Sauerstoffbedürfnis, begründet in den Temperaturschwankungen auf der Weide, sowie in eifriger Futtersuche und -aufnahme, zieht eine auffällige Vermehrung des Haemoglobinvorrates nach sich, welche im Verein mit den wachsenden Erythrocytenvolumina eine Neigung zur Grobzelligkeit fördert. Von außerordentlicher Wichtigkeit ist die zweckmäßige Jugendernährung, die in dieser Abhandlung aber nur eine untergeordnete Rolle spielen kann, weil bei der vorliegenden Herde der Weidegang nur vorübergehend eingeschaltet wird. Die meines Erachtens nicht minder wichtigen Gründe der qualitativen Steigerung der Blutausrüstung liegen einmal in der Einwirkung der im Vergleich zur Stallfütterung beträchtlich gesteigerten

*) Hansen: Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht. 5. und 6. Aufl. Stuttgart 1920.

Sauerstoffzufuhr und, was mir besonders wichtig erscheint, in der Ausbildung und Übung der Organe bei der anstrengenderen Futtersuche auf der Weide. Mit voller Absicht habe ich auf diesen Faktor nicht schon bei früherer Gelegenheit hingewiesen; denn gerade dieser letzte Punkt läßt an Hand verschiedener Beispiele die inneren Zusammenhänge der verschiedenen Organ- und Gewebsgruppen erkennen und berechtigt daher zu besonderen Rückschlüssen auf Organismus und Konstitution. Als das Produkt der drei Faktoren: Ernährung, Aufenthalt im Freien und permanente Bewegung, ergibt sich die festgestellte auffällige Verbesserung der Konstitution. Da aber, wie aus obigen Ausführungen hervorgeht, Auswirkungen im günstigen Sinne nicht nur auf den Gesamtorganismus im allgemeinen zutage treten, sondern sich auch auf die einzelnen, an und für sich voneinander abhängigen Organ- und Gewebsverbände erstrecken, gewinnt diese Erscheinung dreifachen Wert: Erstens bestätigt diese Tatsache einwandfrei die Annahme, daß die Gesamtkonstitution die Summe der Einzelkonstitutionen darstellt, zweitens beweist die festgestellte Harmonie zwischen Blutbild und Gesamtorganismus die zwischen beiden bestehenden innigen Zusammenhänge und drittens läßt die übereinstimmende Wirkung gleichsinniger Faktoren deutlich die engen Beziehungen der einzelnen Organgruppen untereinander erkennen. Besonders beachtenswert ist dabei, daß bei meinen Versuchen keinerlei genotypische Variationen möglich waren, da ich in der Lage war, eine Scheidung zwischen genotypischer, im Keimplasma begründeter Veranlagung und solcher Einflüsse vorzunehmen, welche erst durch äußere Einwirkungen die phaenotypische Gestaltung des Organismus bestimmen. Als außerordentlich groß erkannten wir bereits den Einfluß des Alters auf die Zellkonstruktion. Verfolgt man den Werdegang des Karakuls in bezug auf die Entwicklung der einzelnen Blutfaktoren von der ersten Jugend bis zu seiner Lebenshöhe und darüber hinaus bis in das späte Alter und berücksichtigt außerdem die außerordentlich starken individuellen Unterschiede der einzelnen Tiere, so zeigt sich, daß sich wohl kaum eine auch nur annähernde Übereinstimmung zwischen zwei Tieren findet, sodaß letzten Endes soviel Konstitutionsformen erforderlich sein würden, wie Versuchstiere vorhanden sind. Trotz der großen Bedenken, daß nicht für jeden Fall die Zellkonstruktion in den gewiß recht eng begrenzten Rahmen unserer Einteilung einzuzwängen ist, soll, um uferlose Betrachtungen zu vermeiden, von einer weiteren Klassifizierung abgesehen werden.

Die auf der Höhe der Lebensfunktionen stehenden 1½—4jährigen Karakuls weisen bei einer relativ hohen Zahl roter Blutkörperchen von mittlerer Größe und hohem Haemoglobingehalt die beste Blutbeschaffenheit auf. R, $Hgl_{100}$, D und $L_{100}$ finden sich in einer für die Karakuls unter deutschen Zuchtverhältnissen denkbar günstigen Zusammenstellung. Diese nach unseren Begriffen für die Verhältnisse innerhalb der Schafrassen, wie der Karakuls ausgesprochene Feinzelligkeit findet ihren Wider-

hall in der diesem Altersabschnitt eigenen hohen Funktionstüchtigkeit und Nutzungsfähigkeit dieser Rasse (Fruchtbarkeit, Widerstandsfähigkeit, Gesundheit). Während bei den Lämmern der im Vergleich zu der hohen Erythrocytenzahl in keinem Verhältnis stehende niedrige Haemoglobingehalt die im Verhältnis zum ausgewachsenen Tier geringere Festigkeit gegen Witterungseinflüsse und Infektionskrankheiten wiedergibt, entspricht die außerordentlich günstige spezifische Oberfläche der für die Regelung der assimilatorischen Vorgänge und der Ausbildung der Atmungsorgane, wie auch Neubildung von Körpersubstanz gerade für dieses Anfangsstadium der Entwicklung unbedingt nötigen reichlichen Sauerstoffzufuhr, welche einen schnellen Umsatz erfährt. Möglicherweise lassen sich, wie schon an früherer Stelle erwähnt, Rückschlüsse von der überaus großen Erythrocytenzahl auf die Fellbeschaffenheit jüngster Lämmer ziehen; in erster Linie aber spiegelt sich die günstige spezifische Oberfläche wider in der außerordentlichen Lebhaftigkeit, welche ein reger Gasaustausch gerade bei den Lämmern hervorruft. Tatsächlich zeigt sich im Verfolg der späteren Altersklassen bis zu den höchsten hinauf eine immer mehr und mehr zunehmende Abstumpfung des Temperaments bei sinkender spezifischer Oberfläche. Beweise dieser Erklärung liefern uns die schweren Kulturrassen, bei welchen in der Tat bei abnehmender spezifischer Oberfläche eine zunehmende Bequemlichkeit und Trägheit in Erscheinung tritt, wobei im übrigen unter ausdrücklicher Berücksichtigung der hohen produktiven Leistungen dieser edlen Rassen die große Erythrocytenzahl nur unter diesem Gesichtspunkte zu werten ist. Wenn ich zögere, die gute Beschaffenheit des Vlieses jüngster Lämmer in unmittelbare Beziehung zu ihrem großen Erythrocytenreichtum zu bringen, so geschieht es, weil ich diese vorübergehende Leistung für unvereinbar halte mit der ausgesprochen zartzelligen Organisation jugendlicher Organismen; vielmehr steht diese Erscheinung in bestem Einklang zu der relativ geringen Widerstandsfähigkeit der Lämmer (kleinzellig — haemoglobinarm). Weiterhin ist nicht zu vergessen, daß gerade im ersten Entwicklungsstadium — außer der früheren Mitwirkung des mütterlichen Organismus — das Knochenmark als blutbildendes Organ zur Substanzbildung in besonderem Maße herangezogen wird, woraus sich also die auffällig hohe Erythrocytenzahl ohne weiteres erklärt. Allerdings soll nicht unerwähnt bleiben, daß vielleicht doch eine gewisse Beziehung zwischen dem Blutbild der Karakul-Lämmer und der Beschaffenheit ihres Vlieses besteht. Da das 1. Lebensjahr der Karakuls durch eine ausgesprochene Zartzelligkeit der Organisation gekennzeichnet ist, so wäre es möglich, die gute Wollkräuselung jüngster Lämmer als Leistung betrachtet in Beziehung zu der hohen Erythrocytenzahl der ersten Lebenswochen und -monate zu bringen, sodaß damit den zarten Zellen des Jugendstadiums noch eine gewisse Funktionstüchtigkeit zuerkannt werden müßte.

Wollen wir, was mir unbedenklich erscheint, bei der Feststellung der Konstitutionsformen innerhalb der Rasse an Hand von Altersvariationen den beschrittenen Weg beibehalten, so treffen wir nach den zartzellig organisierten Lämmern und den relativ feinzellig organisierten mitteljährigen Tieren auf eine Altersgruppe, welche sich schon rein äußerlich von den beiden vorhergehenden unterscheidet: Es sind dies die 5- bis 7jährigen Tiere, welche, insbesondere die beiden letzten Jahrgänge, erkennen lassen, daß die Höhe ihrer Funktionstüchtigkeit bereits hinter ihnen liegt, und daß sie in bezug auf Zuchttauglichkeit nicht mehr die Leistungsfähigkeit aufweisen wie im 2. bis 4. Jahre. Zunehmende Neigung zu Fett- und Fleischansatz (s. Tab. I), wachsende Trägheit, sowie nachlassende Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse deuten darauf hin, daß die Tiere in ein neues Stadium getreten sind: Die Gewebe sind schwammiger, das Temperament ruhiger geworden, und das stark wässerige Plasma im Blut gestattet einen weniger regen Gasaustausch. Die Blutbefunde dieser Altersgruppe erbringen tatsächlich den Beweis, daß die äußerlich wahrnehmbaren Anzeichen beginnenden Alters ihren Ursprung in den Veränderungen der vitalen Lebensvorgänge der Zelle finden. Bei zunehmenden Zelldimensionen hat sich sowohl Erythrocytenzahl, als auch Haemoglobingehalt wesentlich verkleinert, und auch die spezifische Oberfläche zeigt gegen die mitteljährigen, leistungsfähigeren Tiere ein merkliches Nachlassen. Bezieht man außerdem die verringerte Haemoglobinoberfläche in die Betrachtung ein, so geht daraus hervor, daß der rege Stoffwechselprozeß nicht mehr die frühere schnelle Umsatzfähigkeit zeigt, sondern daß, soweit noch vorhanden, seine Intensität sich nunmehr auf Bildung neuer Substanz, Fleisch und Fett auswirkt. Denn, wenn auch die Leistungsfähigkeit des Gesamtorganismus als solche nachgelassen hat, so sind doch die einzelnen Gewebe noch stark genug, gestützt auf eine infolge verringerter Brennstoffversorgung verlangsamte Verdauung, den zugeführten Sauerstoff allmählich zu verbrennen, ihn dadurch für sich nutzbar zu machen und, entsprechend den jeweiligen Lebenserfordernissen, den Gesamtorganismus in seinem Fortbestehen zu unterstützen. Hierin gipfelt das Wesen der grobzelligen Konstruktion, soweit man in solchen schwer zu ziehenden Grenzen die für diesen Lebensabschnitt der Karakuls festgestellte Blutzellstruktur als solche ansprechen will. Zeigt auch die grobzellige Konstruktion mit ihren weniger guten Bedingungen gegenüber der feinzelligen mancherlei Nachteile, so treten doch ihre Vorzüge im Gegensatz zu der ausgesprochenen Zartzelligkeit des Alters mit erdrückender Deutlichkeit klar in Erscheinung. Beträchtlich gesunkene Erythrocytenzahlen, erheblich verminderter Haemoglobingehalt und sprunghaft zunehmende Vergrößerung der Blutzellvolumina der Einzelzellen, in ihrer Sauerstoffversorgung in stärkstem Maße beeinflußt durch die auf ein Minimum herabgesetzte spezifische Oberfläche, hemmen den Sauerstoffwechselprozeß mehr und mehr und lassen die Funktionstüchtigkeit der

einzelnen Gewebe und damit des Gesamtorganismus schnell verlöschen. Die im Vergleich zur Volumenvergrößerung stark verkleinerte Oberfläche kann die Brennstoffversorgung der Organe nicht mehr bewältigen, findet auch infolge der außerordentlichen Verminderung der Erythrocytenzahl keine Gelegenheit zum Ausgleich und schafft so durch einen in keiner Weise den Lebenserfordernissen entsprechenden mangelhaften Haemoglobinbestand die beste Vorbedingung zum schnellen Verfall der Gewebe. Treffend spiegeln sich diese zellulären Vorgänge im Äußeren des nur noch bedingt lebensfähigen Individuums wider. Fast restlose Unfruchtbarkeit, weitestgehende Empfänglichkeit für alle möglichen Krankheiten und ungünstige Witterungseinflüsse, vollkommene Teilnahmslosigkeit, Einbuße an Körpergewicht und völlig erlahmende Gewalt über den eigenen Körper bilden das Gegenstück zu der mangelhaften Blutausrüstung dieses letzten Lebensabschnittes. Hier zeigen sich also weit mehr, als bei der Zartzelligkeit des jugendlichen Stadiums, die Mängel dieser Organisationsform, die auch gegenüber der Grobzelligkeit noch sehr bedeutend sind. Auf der einen Seite unter Umstellung der Leistungsfähigkeit (Substanzbildung) erfolgreiche Hintanhaltung der vernichtenden Einflüsse hereinbrechenden Alters, auf der anderen restloses Versagen sämtlicher Organe und Gewebe infolge mangelnder Sauerstoff- und Nahrungszufuhr und damit vollständiges Verlöschen der Lebenskraft und Energieproduktion. Ein Vergleich beider Arten der Zartzelligkeit zeigt deutlich die Überlegenheit der Form, welche sich außer auf die Haemoglobinarmut auf kleine Zellen gründet, über die durch große, haemoglobinarme Zellen bestimmte Zartzelligkeit. Wenn auch die ersteren den jugendlichen Organismus noch nicht zu besonderen Leistungen befähigen, so bietet doch ihre große spezifische Oberfläche eine Gewähr für äußerst regen Gasaustausch, der in sekundärer Funktion zum Aufbau der Organe wesentlich beiträgt; die senile Tierzelle dagegen mit abgelebtem Plasma und äußerst herabgemindertem Stoffumsatz ist nicht nur zu keiner Leistung mehr fähig, sondern ist gerade der Anlaß des vollkommenen Verfalls des Organismus. Eine äußerlich sichtbare, nach der Funktionstüchtigkeit der Zelle bemessene Trennung beider Formen der Zartzelligkeit halte ich daher für sehr erwünscht, wenn nicht unerläßlich:

kleinzellig-haemoglobinarm = zartzellig,
kleinzellig-haemoglobinreich = feinzellig,
großzellig-haemoglobinreich = grobzellig,
großzellig-haemoglobinarm = schwachzellig.

Mit derselben Klarheit beweisen die sexuellen Unterschiede und ihre Auswirkungen auf das Blutbild die Parallele zwischen Blutausrüstung und Organismus. Wenn Götze sich berechtigt glaubt, das männliche Geschlecht allgemein als grobzellig zu bezeichnen, so kann ich mich nach meinen Untersuchungen an Karakulschafen dieser Ansicht nur bedingt an-

schließen. Denn im Verhältnis zu der bei den Böcken festgestellten wesentlichen Vermehrung des Haemoglobingehaltes verliert die geringe Volumenzunahme der roten Blutzellen an Bedeutung. Daß allerdings den Böcken eine gewisse Neigung zur relativen Grobzelligkeit nicht abgesprochen werden kann, beweist u. a. auch die merkliche Verkleinerung der spezifischen Oberfläche. Die im Vergleich zu dem männlichen Geschlecht bei den Karakulmuttern feinzelligere histologische Struktur des Blutzellgefüges sorgt für einen lebhaften Stoffwechselprozeß, der bei kleinerer Statur in größerer Widerstandsfähigkeit des weiblichen Geschlechts seinen Ausdruck findet. Andererseits äußert sich die etwas gröbere Zellorganisation der Böcke bei einer Verkleinerung der sauerstoffübertragenden Oberfläche in der Fähigkeit, einmal bedeutende Mengen von Körpersubstanz anzusetzen, und zweitens in der Befähigung, hohe, wenn auch nicht langandauernde physische Leistungen zu erzielen: die Energie- und Kraftentfaltung der Böcke ist eine weit größere als die des weiblichen Geschlechts. Liegt diese Eigenschaft schon in dem besonders ausgebildeten Geschlechtstrieb, so konnte ich u. a. feststellen, daß bei der Blutentnahme der Böcke infolge deren größerer Lebhaftigkeit und Kraft eine größere Anstrengung des Untersuchers bei der Blutentnahme erforderlich war, während die weiblichen Tiere mit wenigen Ausnahmen wesentlich duldsamer waren. Es zeigt sich also auch hier der unmittelbare Zusammenhang zwischen kräftiger, robuster, häufig massig erscheinender Konstitution einerseits und Neigung zur Grobzelligkeit andererseits. Diese relative Grobzelligkeit der Böcke prägt sich mit allen einzelnen Blutwerten gegenüber dem weiblichen Geschlecht doch immerhin so stark aus, daß uns daraus eine Berechtigung erwächst, den Aufbau und die Funktionen des Blutgewebes, soweit sie durch Einwirkungen des Geschlechts bestimmt werden, als ausgesprochen sekundäres Geschlechtsmerkmal anzusehen.

Es bleibt im Interesse der lückenlosen Beweisführung noch zu betrachten, wieweit und in welcher Richtung gegebenenfalls die Trächtigkeit in der Lage ist, die Konstitution im Sinne der Beziehungen zur Blutausrüstung zu beeinflussen.

Erfahrungsgemäß ist ein wesentlich bestimmender Faktor für die Auswahl der Zuchttiere eine einwandfreie Gesundheit. Weiterhin ist eine besonders erhöhte Lebenstätigkeit des Muttertieres sehr wünschenswert, da dieses während der Trächtigkeit gleichzeitig den Stoffwechsel für den im Mutterleibe sich entwickelnden Foetus zu übernehmen und nach der Geburt die erste Nahrung des Jungen durch ausreichende Milchproduktion zu liefern hat. Ein geringes Erschlaffen des Temperaments sowie eine sinkende Widerstandskraft bilden im allgemeinen die physiologischen Begleiterscheinungen beginnender und fortschreitender Gravidität. Die Auswirkungen der Trächtigkeit auf das Blutbild bestanden in dem Rückgang der Erythrocytenzahl, der Einbuße an sauerstoffübertragender Ober-

fläche und der Abnahme am Haemoglobin, welche aber, wie unbedingt zu beachten ist, bei der Trächtigkeit im Gegensatz zu der gleichen Erscheinung im hohen Alter, nur in der veränderten Form der Sauerstoffoxydation, das heißt zur Neubildung von Substanz (Embryo) und zur Sauerstoffversorgung des Foetus geschieht und daher im Vergleich zu jener nicht derart krasse Formen annimmt. Gleichzeitig erfuhren die roten Blutzellen eine merkliche Vergrößerung, wodurch die Umstellung des Organismus auf eine andere Leistungsrichtung (Milchproduktion nach der Geburt) vorbereitet wird; denn daß gerade die Grobzelligkeit, wie sie hier zweifellos vorliegt, eine starke Gewebebildung, wie eine angeregte sekretorische Drüsentätigkeit fördert, ging schon aus der bei den 5—7jährigen Karakuls vorhandenen Neigung zu Fett- und Fleischansatz hervor; daß diese Produktion jedoch nur in geringen Grenzen bleibt, ist eine sinngemäße Folge der geringen Zahl roter Blutkörperchen. Die unter diesen Einwirkungen hervorgerufenen Variationen innerhalb des weißen Blutbildes (s. Seite 54) entstanden aus dem natürlichen Bestreben, der sinkenden Widerstandsfähigkeit trächtiger Tiere ein möglichst großes Gegengewicht zu bieten, sind geeignet, in jedem Falle die bestehenden Beziehungen zwischen Gesamtblutbild und Konstitution zu vertiefen. —

Damit glaube ich bei den Karakuls eine in allen Einzelheiten bestehende Übereinstimmung zwischen Blutbeschaffenheit und -ausrüstung und Konstitution erwiesen zu haben, was dadurch besonderen Wert gewinnt, daß ich auf Grund der Auswahl meiner Versuchstiere in der glücklichen Lage war, wenigstens auf einigen Gebieten, bei welchen mir dies besonders wichtig erscheint (Haltungsweise, Trächtigkeit), eine sorgfältige Trennung von genotypischer und phaenotypischer Konstitution vorzunehmen. Damit werden also alle Einwände hinfällig, welche für gewisse Veränderungen des Blutbildes nur die eine oder nur die andere der beiden Komponenten verantwortlich machen wollen. Aus allen vorliegenden Feststellungen geht demnach hervor, daß der Phaenotypus nichts anderes darstellt als das Endprodukt des durch äußere Einflüsse in ganz bestimmte Bahnen gelenkten Genotypus.

Die histobiologische Auswertung des Blutes und seiner Beziehungen zum Gesamtorganismus bildet einen außerordentlich wichtigen Beitrag zur Kenntnis von Nutz- und Zuchtwert eines Tieres. Die Gesamtkonstitution resultiert aus den Einzelkonstitutionen der Organgruppen und Zellverbände; der Phaenotyp ist das Produkt genotypischer Anlagen und äußerer Einflüsse. Die Einzelkonstitutionen stehen, trotzdem sie eine gewisse Selbständigkeit, das heißt individuelle Verschiedenheit wahren, untereinander in engster Beziehung!

## V. Zusammenfassung.

Somit glaube ich den zum Ausgangspunkt meiner Arbeit gewählten Fragenkomplex einer befriedigenden Lösung nähergebracht zu haben und lasse in gedrängter Übersicht im nachstehenden nochmals die Hauptergebnisse folgen:

Das bucharische Karakulschaf ist entsprechend seiner Ausdauer und seiner großen Widerstandsfähigkeit gegen Witterungs- und Krankheitseinflüsse als feinzellig organisierte Schafrasse anzusehen. Im Einklang zu ihrer relativ geringen Woll-, Mast- und Milchleistung verfügt es über eine niedrige Anzahl roter Blutkörperchen. Gesundheit und Widerstandsfähigkeit spiegeln sich in hohem Haemoglobingehalt, wie in reicher Leukocytenzahl wider. Die Haemoglobinoberfläche bietet mit ihrem geringen Wert einen Maßstab für eine nach einer bestimmten Richtung wenig ausgeprägte Leistung der Rasse, während die günstige spezifische Oberfläche in harmonischer Übereinstimmung mit einem äußerst regen Gasaustausch steht. Ziffernmäßig weisen die Karakuls folgende Mittelwerte auf, denen die äußersten Grenzwerte beigefügt sind: R = 8,944 Millionen (5,39 bis 12,13), $V_1$ = 30,40 $\mu^3$ (25,89—35,05), O : V = 1,907 (1,809—2,035), $Hgl_{100}$ = 10,40 g (6,8—12,7), $Hgl_1 = 11{,}77 \cdot 10^{-12}$ g ([8,79] — 10,78 — 13,22), D = 38,5 (31,9—42,6), $L_{100}$ = 1982 Hgl . $10^{-14}$ qm (1296—2497), W = 10 398 (5670—16 760), Lkg = 147,79 Hgl-qm (92,3—181,1). Der Längendurchmesser der Karakul-Erythrocyten wurde im Mittel mit 4,946 $\mu$ (4,62—5,23), der Dickendurchmesser mit 1,888 (1,72 1,99) errechnet. Die Anordnung der Längendurchmesser folgt grundsätzlich dem Queteletschen Gesetz!

Das männliche Geschlecht zeigt allgemein eine Überlegenheit über das Blut weiblicher Tiere und ist in seiner Zellkonstruktion als relativ grobzellig anzusprechen. Desgleichen fördert der Weidegang die Neigung zur Grobzelligkeit. Da bei den an und für sich feinzellig organisierten Karakuls jedoch die Erythrocytenzahl niedrig ist, sind die produktiven Leistungen gering. Die Weidefütterung dagegen steigert sowohl Erythrocytenzahl, als auch Haemoglobingehalt und Volumina und schafft so eine günstige Vorbedingung zur Entfaltung einer kräftigen Konstitution. Die Entwicklung des Blutbildes in den verschiedenen Altersstufen beweist im Vergleich mit der Funktionstüchtigkeit des Organismus die Überlegenheit der fein- und grobzellig organisierten mitteljährigen Tiere, während die Blutzellen jüngster und ältester Individuen als durchaus zartzellig anzusehen sind. Da jedoch die zarten Zellen der Lämmer physische Leistungen (Stärkung der Atmungsorgane), sowie bis zu einem gewissen Grade körperliche Leistungen (Substanzbildung, Persianerfell) aufweisen, während die senil zarte Zelle keinerlei Fähigkeiten mehr besitzt, sind letztere von den zarten Zellen des Jugendstadiums zu trennen und können als „schwachzellig" bezeichnet werden. Erythrocytenzahl und Haemo-

globingehalt nehmen in völliger Parallele mit steigendem Alter ab; desgleichen verliert die spezifische Oberfläche mit zunehmendem Alter, während im umgekehrten Sinne die Erythrocytenvolumina eine Zunahme erfahren.

Der Einfluß der Trächtigkeit macht sich in fallenden Erythrocytenzahlen und in sinkendem Haemoglobingehalt, sowie zunehmenden Zelldimensionen bemerkbar. Das Nachlassen der Leukocytenzahl steht im Einklang zu sinkender Widerstandsfähigkeit trächtiger Karakuls.

In allen Punkten besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Blutbild einerseits und Konstitution und Leistungsfähigkeit andererseits.

Als günstigste Konstitutionsform erwies sich die feinzellige bei großer Widerstandsfähigkeit, Ausdauer und lebhaftem Temperament. Die grobzellige beeinflußte bereits diese Eigenschaften im ungünstigen Sinne, versetzte aber den Organismus in die Lage, Fleisch oder Fett anzusetzen und (Trächtigkeit) sich auf sekretorische Leistungen (Milch) umzustellen. Die zartzellige Konstitution (Lämmer) befähigte durch äußerst günstige spezifische Oberfläche die Individuen zu einem sehr regen Gasaustausch, welcher seine Hauptfunktionen in der Ausbildung und Kräftigung des Atmungsapparates und zum Teil auch schon in der Bildung von Körpersubstanz findet. Die schwachzellige Organisation alter Tiere dagegen ist derartig funktionsuntüchtig, daß weder die Sauerstoffzufuhr im nötigen Umfange aufrecht erhalten wird, noch, daß der Körper und seine Organe irgendwelcher physischer und produktiver Leistungen fähig waren. Die schwachzellige Organisation bedeutet den Beginn der Vernichtung jeder Lebens- und Leistungsfähigkeit.

Der innere Zusammenhang zwischen Blutausrüstung und ihrer morphologischen und biologischen Beschaffenheit einerseits und Leistungsfähigkeit und Konstitution andererseits ist damit einwandfrei erwiesen.

Zum Schluß möchte ich nicht verfehlen, Herrn Professor Dr. Frötich für die Überlassung dieses Themas und die entgegenkommende Bereitstellung der Hallenser Karakulherde meinen ganz besonderen Dank auszusprechen. Gleichzeitig danke ich Herrn Dr. Tänzer und Herrn Dr. Richter als Assistenten des Tierzuchtinstitutes Halle (Saale) für das große Interesse und die wertvollen, stets fördernden Anregungen, mit welchen beide Herren mir die Durchführung meiner Arbeiten wesentlich erleichterten.

# Literatur-Verzeichnis.


1. Abderhalden, E.: Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes. Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd. 25. 1899. S. 65—115.
2. Adametz, L.: Untersuchungen über den Bau und die Zusammensetzung der Muskeln verschiedener Rinderrassen. Landw. Jahrb. 17. 1888.
3. Amendt, K.: Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht (IV). Die Gerinnungszeit des Blutes der Haustiere. Pflüg. Arch. für die gesamte Physiologie. Bd. 197. 1922. S. 556—567.
4. Bang, J.: Ein Verfahren zur Mikrobestimmung von Blutbestandteilen. Bioch. Zeitschrift. Bd. 49. 1913. S. 19—39.
5. Bauer, J.: Vorlesungen über allgemeine Konstitutions- und Vererbungslehre. Berlin 1921.
6. Becquerel und Rodier: Recherches sur la composition de sang. Paris 1844.
7. Behrens, L.: Über den Einfluß der Verdünnungsflüssigkeit auf das Zählresultat bei Erythrocytenzählungen. Pflüg. Arch. Bd. 195. 1922. S. 266—287.
8. Bethe, M.: Beiträge zur Kenntnis der Zahl- und Maßverhältnisse der roten Blutkörperchen. Inaugural-Dissertation. Straßburg 1891.
9. Bloch, F.: Beiträge zur Methodik der Blutuntersuchungen. Prag. medizinische Wochenschrift. Jahrg. 37. 1912. S. 289—392.
10. Borissow: Über den Einfluß des Lichts und der Dunkelheit auf die Zusammensetzung des Blutes. Zeitschrift für diätische und physikalische Therapie. Bd. 5. S. 337.
11. Boruttau: Handbuch der gesamten Physiologie des Menschen. Berlin 1900.
12. Bürker, K.: Zur Technik feinerer Erythrocytenzählungen. Pflüg. Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 153. 1913. S. 129—136.
13. Bürker, K.: Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas. Pflüg. Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 105. 1904. S. 480—535.
14. Bürker, K.: Über Prüfung und Eichung des Sahlischen Haemometers und über Verbesserungen der Methoden der Erythrocytenzählung und Haemoglobinbestimmung. Münchner medizinische Wochenschrift. Jahrg. 59. 1912. S. 14—18.
15. Bürker, K.: Gewinnung, qualitative und quantitative Bestimmung des Haemoglobins. Tigerstedts Handbuch der Physiologie. Methodik, Bd. II, Abt. 5. 1913. S. 36 ff.
16. Bürker, K.: Vergleichende Untersuchungen über den Gehalt des menschlichen Blutes an Haemoglobin und Erythrocyten in verschiedenen Teilen des Gefäßsystems. Pflüg. Arch. Bd. 167. 1917. S. 143—147.
17. Bürker, K.: Das Gesetz der Verteilung des Haemoglobins auf die Oberfläche der Erythrocyten. Pflüg. Arch. Bd. 195. 1922. S. 516—526.
18. Disselhorst, R.: Die Anatomie und Physiologie der großen Haussäugetiere. 3. Aufl. Berlin 1920.
19. Domarus, A. v.: Methoden der Blutuntersuchung. Enzyklopädie der klinischen Medizin. 1920.
20. Eistrich, F.: Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht (VI). Die Verteilung des Haemoglobins auf die Oberfläche von Säugetiererythrocyten. Pflüg. Arch. Bd. 203. 1924. S. 285—299.
21. Ellenberger, W.: Handbuch der vergleichenden Histologie und Physiologie der Haussäugetiere. Berlin 1890.

22. Ellenberger und Scheunert: Lehrbuch der vergleichenden Physiologie der Haussäugetiere. 2. Aufl. 1920.

23. Ellenberger und Trautmann: Grundriß der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere. 2. Aufl. 1921.

24. Endlich, R.: Untersuchungen über die physiologischen Unterschiede edler und schwerer Pferde. Verlag Velten & Cie. Berlin 1895.

25. Gigon, A.: Über Konstitution und Konstitutionsmerkmale. Basel 1923. Zeitschrift für die gesamte Anatomie. II. Abt. Zeitschrift für Konstitutionslehre. Bd. IX. S. 385—411.

26. Götze, R.: Züchterische biologische Studien über die Blutausrüstung der landwirtschaftlichen Haustiere. Zeitschrift für die gesamte Anatomie. II. Abt. Zeitschrift für Konstitutionslehre. Bd. IX. S. 217—311.

27. Grawitz, E.: Klinische Pathologie des Blutes. 4. Aufl. 1911.

28. Hansen, J.: Lehrbuch der allgemeinen Tierzucht. 5. und 6. Aufl. Stuttgart 1920.

29. Herrel, G.: Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht. (III.) Differentialzählung der Lymphocyten und Monocyten im Pferde-, Rinder- und Hundeblut. Pflüg. Arch. Bd. 197. 1922. S. 556—567.

30. Hertwig, O.: Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. Jena 1893; Allgemeine Biologie. Jena 1906 und 1912.

31. Heuser: Eine einfache Blutuntersuchungs-Methode. Schweiz. Arch. für Tierheilkunde. Bd. 60. 1918.

32. Heyne, J.: Schafzucht. Verlag Parey. Berlin 1921.

33. Johannsen, W.: Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik. 2. Aufl. Jena 1913.

34. Kleeberg, E.: Das Blut unserer Schafrassen. Inaugural-Dissertation. Halle 1925. (Noch nicht beendet.)

35. Kuhl, P.: Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht. (I.) Pflüg. Arch. für die gesamte Physiologie. Bd. 176. 1919. S. 263—284.

36. Külbs: 13. Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. 1910.

37. Landsberg, M.: Die Verwendung einer kapillaren Mischpipette zur mikrochemischen Blutuntersuchung. Klinische Wochenschrift. Heft 17. 1923. S. 788—789.

38. Lang: Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. 1. Hälfte. Jena 1914.

39. Lange, W.: Untersuchungen über den Haemoglobingehalt, die Zahl und die Größe der roten Blutkörperchen mit besonderer Berücksichtigung der Domestikationseinwirkung. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für allgemeine Zoologie und Physiologie der Tiere. Bd. 36. 1916—1919.

40. Lingenmeier: Untersuchungen über die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen. Pflüg. Arch. Bd. 186. 1921. S. 272—289.

41. Malsburg, v. d.: Die Zellengröße als Form- und Leistungsfaktor der landwirtschaftlichen Nutztiere. Arbeiten der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. Heft 10. 1911. Hannover.

42. Marloff, R.: Die früheren Zählungen der Erythrocyten im Blute verschiedener Tiere sind teilweise mit großen Fehlern behaftet. Pflüg. Arch. Bd. 175. 1919. S. 355—370.

43. Marti: Wie wirken die chemischen Hautreize und Belichtung auf das Bild der roten Blutkörperchen? Verhandlungen des 15. Kongresses für innere Medizin. 1897. S. 598.

44. Meulengracht, E.: Einige Beobachtungen bei Haemoglobinbestimmung. Fol. haematologica 27. 1922. S. 109—140.

45. Mond, R.: Zur Theorie der Sedimentierung der roten Blutkörperchen. Pflüg. Arch. Bd. 197. S. 375 ff.

46. Naegeli, O.: Blutkrankheiten und Blutdiagnostik. Berlin und Leipzig 1919. 3. Aufl.

47. Nagel: Handbuch der gesamten Physiologie des Menschen.

48. Nasse, H.: Blut-Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner. Bd. I. S. 98. Braunschweig 1842.

49. Nippert, E.: Einfluß der verschiedenartigen Haltungsweise (Stall und Weide) auf das Blutbild unseres Hausschweines, untersucht speziell am deutschen Edelschwein und veredelten Landschwein. Pflüg. Arch. Bd. 195. 1922. S. 534—542.
50. Oerum: Über die Einwirkung des Lichts auf das Blut. Pflüg. Arch. Bd. 114. 1906. S. 1—63.
51. Pappenheim, A.: Morphologische Haematologie. 1919.
52. Pettera, A.: Das Trainieren der jungen Zuchttiere. Wien 1911.
53. Oettinger, v.: Die Zucht des edlen Pferdes. Berlin 1908.
54. Pfuhl, W.: Die Beziehungen zwischen Rassen- und Konstitutionsforschung. Zeitschrift für die gesamte Anatomie. II. Abteilung Zeitschrift für Konstitutionslehre. Bd. IX. 1924. S. 172—196.
55. Prohaska, L.: Untersuchungen über die Bedeutung der physiologischen Blutbeschaffenheit. Dissertation. München 1908.
56. Radasch: Physiologie des Blutes. Anatomischer Anzeiger 28. S. 600. 1906.
57. Richter, F.: Untersuchungen über das Rinderblut unter besonderer Berücksichtigung von Konstitution und Leistungsfähigkeit. Inaugural-Dissertation. Halle 1924.
58. Schantz, F.: Das Blutbild des gesunden Schafes. Inaugural-Dissertation. Berlin 1920.
59. Scheuermann, B.: Klinische Untersuchungen über den Haemoglobingehalt des Blutes der Wiederkäuer. Dissertation. Gießen 1913.
60. Schneider: Über die Senkungsgeschwindigkeit der roten Blutkörperchen. Klinische Wochenschrift. 1925. Heft 30. S. 1445.
61. Schröpfer, P.: Der jetzige Stand der Haematologie sowie einige Blutuntersuchungen bei nervösen Erkrankungen des Pferdes. Inaugural-Dissertation. Leipzig 1912.
62. Schultz, E.: Untersuchungen über die Beziehungen der Blutbeschaffenheit (Erythrocyten und Haemoglobin) zur Leistungsfähigkeit von Milchkühen. Inaugural-Dissertation. München 1906.
63. Storch, A.: Untersuchungen über den Blutkörperchengehalt des Blutes der landwirtschaftlichen Haussäugetiere. Dissertation. Bern 1901.
64. Tandler, J.: Konstitution und Rassenhygiene. Zeitschrift für angewandte Anatomie und Konstitutionslehre. Bd. 1. 1913.
65. Tigerstedt: Handbuch der physiologischen Methodik. 2, 1, 1911 und 2, 4, 1913.
66. Du Toit: Beitrag zur Morphologie des normalen und des leukämischen Rinderblutes. Fol. haem. Bd. 21. 1916. 1—58.
67. Turowski, G.: Über das Verhalten der körperlichen Elemente zueinander im normalen Rinderblut. Dissertation. Gießen 1908.
68. Virchow, R.: Die Zellularpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1871.
69. Weidenreich: Histologie des Blutes. Archiv für mikroskopische Anatomie. 61. 459. 1902.
70. Welker, H.: Größe, Zahl, Volumen, Oberfläche und Farbe der roten Blutkörperchen bei Menschen und Tieren. Zeitschrift für rationelle Medizin. III. Reihe. 20. 257. 1863.
71. Welsch, W.: Das Blut der Haustiere mit neueren Methoden untersucht. (V.) Untersuchungen des Schwein-, Schaf- und Ziegenblutes. Pflüg. Arch. 198. 1923. S. 37—55.
72. Zorn, W.: Haut und Haar als Rasse- und Leistungsmerkmal in der landwirtschaftlichen Tierzucht. 48. Flugschrift der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde. Berlin 1919.

# Lebenslauf.

Ich, E w a l d Hans Fritz Rudolf G e s k e , wurde geboren am 6. April 1902 als Sohn des Mittelschullehrers Hans Geske und seiner Frau Else geb. Riecke zu Magdeburg. Nach dreijährigem Besuch der Bürgerschule schickte mich mein Vater auf das damals Königliche Domgymnasium zu Magdeburg, welches ich im Mai 1919 mit dem Abiturium verließ, um in den Grenzschutz Ost einzutreten. Nach meiner Entlassung aus dem Heeresdienst erhielt ich in zweijähriger Lehrzeit meine Ausbildung als praktischer Landwirt bei denselben beiden Landwirten, auf deren Gütern ich bereits als Sekundaner und Primaner 1½ Jahre lang Hilfsdienst getan hatte. Mit dem Wintersemester 1921/22 begann mein landwirtschaftliches Studium an der Universität Halle (Saale). Hierselbst verblieb ich bis zu meinem im Mai 1925 bestandenen Staatsexamen als Diplom-Landwirt. Zur Promotion zum Dr. rer. nat. war mir von meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Frölich, Halle, das Thema „Das Blutbild des gesunden Karakulschafs“ gestellt worden. Die mündliche Prüfung bestand ich im Januar 1926.